

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2012

Karel Lolek

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Hodnocení vstřikovacích systémů vznětových motorů

Assessment of Diesel Engine Injection Systems

Student:

Karel Lolek

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Richtář

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání bakalářské práce

Student: **Karel Lolek**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R003 Dopravní technika a technologie
Specializace: 10 Dopravní technika
Téma: **Hodnocení vstřikovacích systémů vznětových motorů**
Assessment of Diesel Engine Injection Systems

Zásady pro vypracování:

Osnova:

1. Úvod
2. Teoretický rozbor problému, technický popis
3. Provozní hodnocení systémů, provozní zkušenosti
4. Metodika měření charakteristických veličin
5. Vyhodnocení měření
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

MACEK, J., SUK, B. Spalovací motory I., 1. vyd., Praha: Nakladatelství ČVUT, 2003, ISBN 80-01-02085-1.

MACEK, J., KLIMENT, V. Spalovací turbíny, turbodmychadla a ventilátory., 1. vyd., Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006, ISBN 80-01-03529-8.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michal Richtář**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012



doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou (bakalářskou) práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové (bakalářské) práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 21.05.2012

.....
podpis studenta

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Hodnocení vstřikovacích systémů vznětových motorů

Assessment of Diesel Engine Injection Systems

Student: Karel Lolek

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Michal Richtář

Ostrava 2012

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové (bakalářské) práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 21.05.2012

.....

podpis

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

LOLEK, K. *Hodnocení vstřikovacích systémů vznětových motorů*. Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2012, 48 s. Bakalářská práce, vedoucí: Richtář, M.

Bakalářská práce se zabývá hodnocením vstřikovacích systémů se sdruženými vstřikovacími jednotkami PD a s tlakovým zásobníkem Common-Rail u vznětových motorů. V úvodní části jsou popsány důvody, které vedly k vývoji vstřikovacích systémů. Následně jsou popsány konstrukce a funkce vstřikovacích systémů PD a CR. Další část se zabývá problematikou paliv a emisí vznětových motorů.

Dále jsou systémy hodnoceny na základě výsledků měření emisí, výskytu závad, náročností oprav a jejich nákladů.

V závěru je vyhodnocení z porovnání obou systémů a zamyšlení nad dalším vývojem automobilových pohonů.

ANNOTATION OF THESIS

LOLEK, K. *Assessment of Diesel Engine Injection Systems*. Ostrava: Department Institute of traffic, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB – Technical University of Ostrava, 2012, 48 p. Thesis, head: Richtář, M.

This thesis deals with the evaluation of injection systems, injection units associated with PD and common-rail diesel engines. The reasons that led to the development of injection systems are described in the first part. The constructions and functions of injections systems PD and CR are described after that. Another part deals with the fuel and emissions of diesel engines.

In addition, systems are evaluated on the basis of emission results, the occurrence of defects, repairs and demands of their costs.

In conclusion, the evaluation of the comparison of both systems and think about the further development of motor drives.

Obsah

Seznam zkratek	1
Úvod	2
1. Technický popis a funkce vstříkovacích systémů PD a CR	4
1.1 Vstříkovací systém se sdruženými vstříkovacími jednotkami PD.....	4
1.1.1 Průběh vstříkování.....	7
1.1.2 Palivová soustava.....	8
1.1.3 Řízení motoru.....	9
1.2 Vstříkovací systém s tlakovým zásobníkem Common-Rail.....	11
1.2.1 Průběh vstříkování.....	11
1.2.2 Palivová soustava.....	13
1.2.3 Řízení motoru.....	18
1.3 Tvorba směsi.....	18
1.4 Ovládací prvky PD jednotek a vstříkovacích ventilů CR.....	20
2. Paliva vznětových motorů	22
3. Emise výfukových plynů vznětových motorů	24
3.1 Vývoj emisních limitů.....	28
3.2 Redukce škodlivých látek ve výfukových plynech.....	29
4. Hodnocení vstříkovacích systémů z hlediska naměřených emisních hodnot	32
4.1 Metodika měření emisí vznětových motorů.....	32
4.2 Připojení vozidla na emisní stanici a měření emisí.....	34
4.3 Použité vybavení.....	35
4.4 Výsledky a porovnání měření emisí obou systémů.....	37
5. Hodnocení vstříkovacích systémů z hlediska výskytu závad a náročnosti jejich oprav	40
5.1 Objevující se závady systému CR.....	41
5.2 Objevující se závady systému PD.....	42
5.3 Náročnost oprav.....	43
5.4 Zkušební zařízení.....	44
6. Závěr	46
Seznam použitých podkladů a literatury	48
Přílohy	

Seznam zkratek

CČ	cetanové číslo
CDI	označení motorů se systémem CR u vozidel Mercedes-Benz
CNG	Compressed Natural Gas, stlačený zemní plyn
CR	Common-Rail, systém vstřikování s tlakovým zásobník
DPF	Diesel Particulate Filter, filtr pevných částic
ECD-U2	označení systému CR u automobilu Hino Raising Ranger
EGR	Exhaus Gas Recirculation, recirkulace výfukových plynů
FAME	Fatty Acid Methyl Ester, metylester nenasycených mastných kyselin – bionafta
HDI	označení motorů se systémem CR u vozidel Peugeot a Citroën
JTD	označení motorů se systémem CR u vozidel Alfa Romeo a Fiat
LPG	Liquefied Petroleum Gas, zkapalněný ropný plyn
PD	Pumpe Düse, systém vstřikování čerpadlo-tryska
PDE	Pumpe Düse Einheit, systém vstřikování čerpadlo-tryska
PM	Particulate Matter, pevné částice
PWM	Pulse Width Modulation, pulsně šířková modulace
ŘJ	Řídící jednotka
SCR	Selective Catalytic Reduction, selektivní katalytická redukce
SME	stanice měření emisí
SMN	směsná motorová nafta
TDI	Turbocharged Direct Injection, označení přeplňovaných vznětových motorů s přímým vstřikováním u koncernu Vokswagen
UIS	Unit Injektor Systém, systém vstřikování čerpadlo-tryska

Úvod

Od počátku vzniku spalovacích motorů a jejich častějšího využívání zejména v dopravní technice dochází z důvodů ekologických a ekonomických k potřebě co nejdokonaleji příslušné palivo využít. Paliva pro zážehové a vznětové motory se skládají z různých sloučenin uhlovodíků. Při spalování se uhlovodíky štěpí na uhlík a vodík a ty se slučují s kyslíkem. To znamená, že při ideálním spalování nevznikají žádné zdraví škodlivé látky, ale pouze oxid uhličitý CO_2 a vodní páry H_2O . V reálném procesu je tomu poněkud jinak. Vzduch obsahuje za normálních podmínek asi 20,9 % objemu kyslíku a 78,0 % dusíku. Další složky, jako argon, vodní páry, oxid uhličitý, vodík, neon, helium, krypton, xenon jsou jen ve velmi malém množství, většinou málo reaktivní a na složení výfukových plynů nemají výrazný vliv. V reálném procesu vznikají jako neškodlivé plyny dusík (N), voda v podobě páry (H_2O), a oxid uhličitý (CO_2) a jako produkty nedokonalého spalování oxid uhelnatý (CO), částečně nespálené uhlovodíky (HC), sloučeniny kyslíku a dusíku označovány (NO_x), oxid siřičitý (SO_2) a saze. O dokonalé spalování jde tehdy, když se do vzduchu přidá právě tolik paliva, kolik je potřeba pro oxidaci s přítomným kyslíkem. Jde o tak zvaný stechiometrický poměr. V tomto případě platí, že na spálení 1 kg paliva je potřeba 14,7 kg vzduchu. To se vyjadřuje součinitelem přebytku vzduchu λ viz vzorec (1).

$$\lambda = \frac{m_v}{m_p \cdot Lt} \quad (1)$$

m_v – hmotnost vzduchu [kg]

m_p – hmotnost paliva [kg]

Lt – stechiometrický hmotnostní poměr [kg/kg] (pro benzín i naftu – 14,7)

Ideální stav - $\lambda = 1$

U zážehových motorů se směs vzduchu a paliva nasaje a krátce před ukončením taktu komprese se zapálí jiskrou. Mluvíme o motorech s cizím zapalováním. Teplota při kompresi není tak vysoká jako u vlastního zapálení (vznětové motory), aby se směs při vzrůstu teploty kompresí sama nezapálila a nedošlo k tak zvanému detonačnímu spalování, kdy směs ve válci

shoří naráz. Důležité je, aby se koeficient λ pohybovala co nejbližší hodnotě 1. Pokud se nasávanému vzduchu přidá více paliva, jde o bohatou směs ($\lambda < 1$) a uhlovodíky se spálí pouze částečně. Obsah HC a CO ve výfukových plynech odpovídajícím způsobem stoupne. U chudé směsi ($\lambda > 1$) nesplňuje směs podmínku dokonalého poměru a může dojít k nespálení veškerého paliva nebo k vynechání zážehu a podíl HC opět stoupá s rostoucí hodnotou λ . U vznětových motorů se nasává pouze vzduch a palivo se vstřikuje krátce před koncem taktu komprese do horkého vzduchu. Kompresní teplota vzduchu musí být tak vysoká, aby se vytvořená směs vzduchu a paliva sama zapálila. Jde o kompresní zapálení (samozapálení). Vlastnosti paliva a způsob zapálení umožňuje vznětovým motorům pracovat s přebytkem vzduchu $\lambda = 1,3 - 2,0$ i vyšší. Z toho sice vyplývá, že oproti zážehovým motorům dochází ke snížení obsahu CO a CO₂, ale vlivem nespotřebovaného kyslíku roste obsahu NO_x. Pro dobré hoření paliva u vznětových motorů je důležité rozvření nasávaného vzduchu a přesná dávka co nejvíce rozprášeného paliva vstříknuta do spalovacího prostoru v pravý čas. Za posledních dvacet let, kdy se podíl prodáváných vozidel se vznětovými motory oproti zážehovým na evropském trhu výrazně zvýšil, došlo k velkému pokroku ve vývoji a následném uvádění do provozu dokonalejších vstřikovacích systémů.

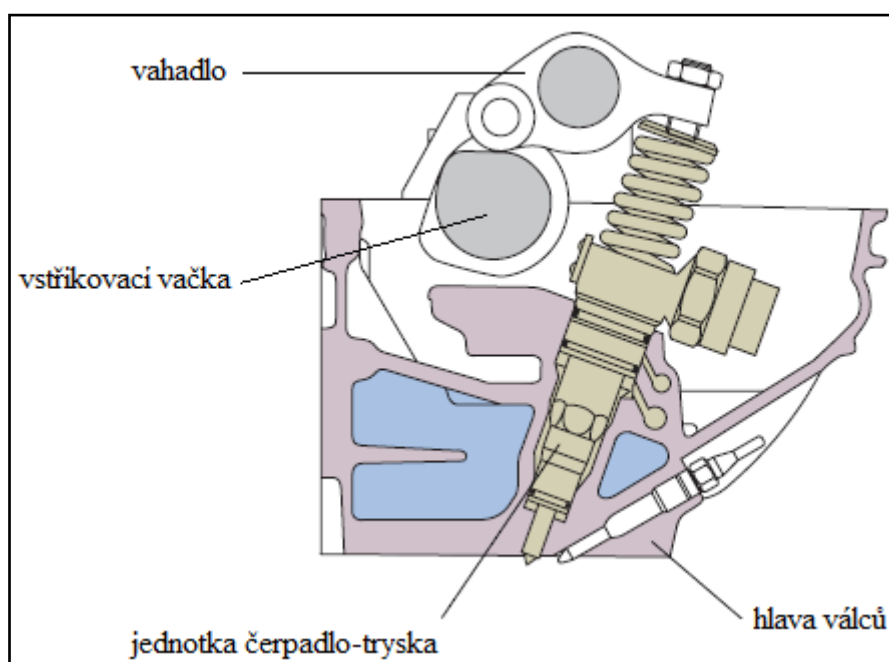
Hlavním úkolem vstřikovacích systémů je dostat do spalovacího prostoru dostatečné množství co nejvíce rozprášeného paliva za krátký čas. Z toho vyplývá, že vývojem šly tlaky ve vstřikovacích systémech prudce nahoru z původních 11,5 až 19,5 MPa na dnešních 160 až 205 MPa. Jde zejména o systém se sdruženými vstřikovacími jednotkami PDE (Pumpe Düse Einheit) – čerpadlo-tryska a systém s tlakovým zásobníkem Common-Rail. Jednotka čerpadlo-tryska bývá také označována UIS (Unit Injektor System), ale nejčastěji se používá zkrácené označení PD.

1. Technický popis a funkce vstřikovacích systémů PD a CR

1.1 Vstřikovací systém se sdruženými vstřikovacími jednotkami PD

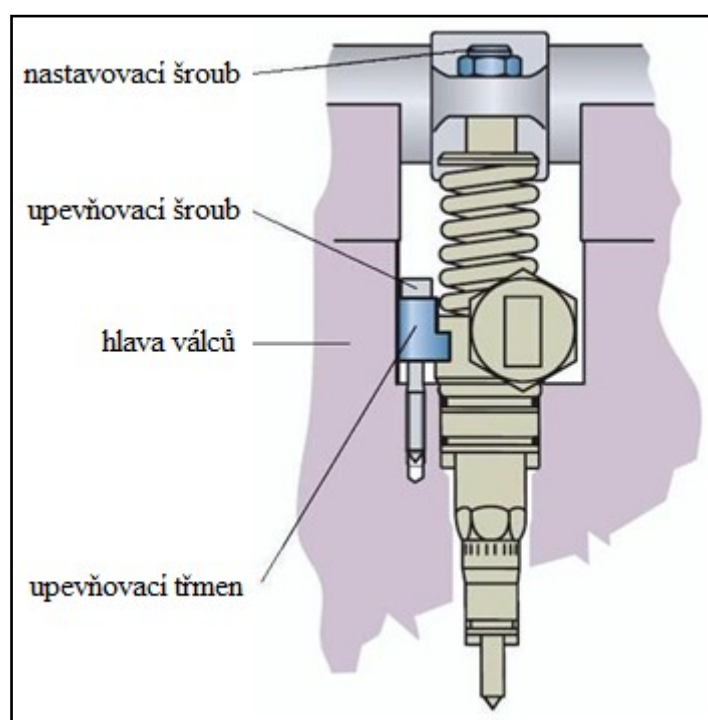
Automobilka Volkswagen ve spolupráci s firmou Robert Bosch AG vyvinula vznětový motor se sdruženými vstřikovacími jednotkami ovládanými elektromagnety, takzvaný systém čerpadlo-tryska, který začala používat v osobních vozech. Následně se tato nová generace motorů začala ve stále větší míře uplatňovat i u ostatních značek skupiny Volkswagen. Tedy vozů značky Audi, Seat a Škoda. Postupem času zcela nahradily systémy s rotačními čerpadly u celé skupiny Volkswagen.

Jednotka čerpadlo-tryska je jednoválcové vstřikovací čerpadlo s elektromagneticky ovládaným ventilem vstřikovací trysky, které tvoří jedinou součást. Stejně jako předchozí vstřikovací systémy má nový systém za úkol vytvářet vysoký vstřikovací tlak a vstřikovat ve správný okamžik správné množství paliva. Každý válec má svou jednotku čerpadlo-tryska, které jsou umístěny v hlavě válců (obr. 1.1). Díky tomu je počet součástí, které vedou vysoký tlak, velmi malý a jednotky čerpadlo-tryska tak mohou pracovat s daleko větším tlakem (až 205 MPa). U tohoto systému tedy odpadají vysokotlaké vstřikovací trubky, které byly zdrojem nežádoucích prodlev a pulzací v dodávce paliva.



Obr. 1.1: Umístění jednotky čerpadlo-tryska

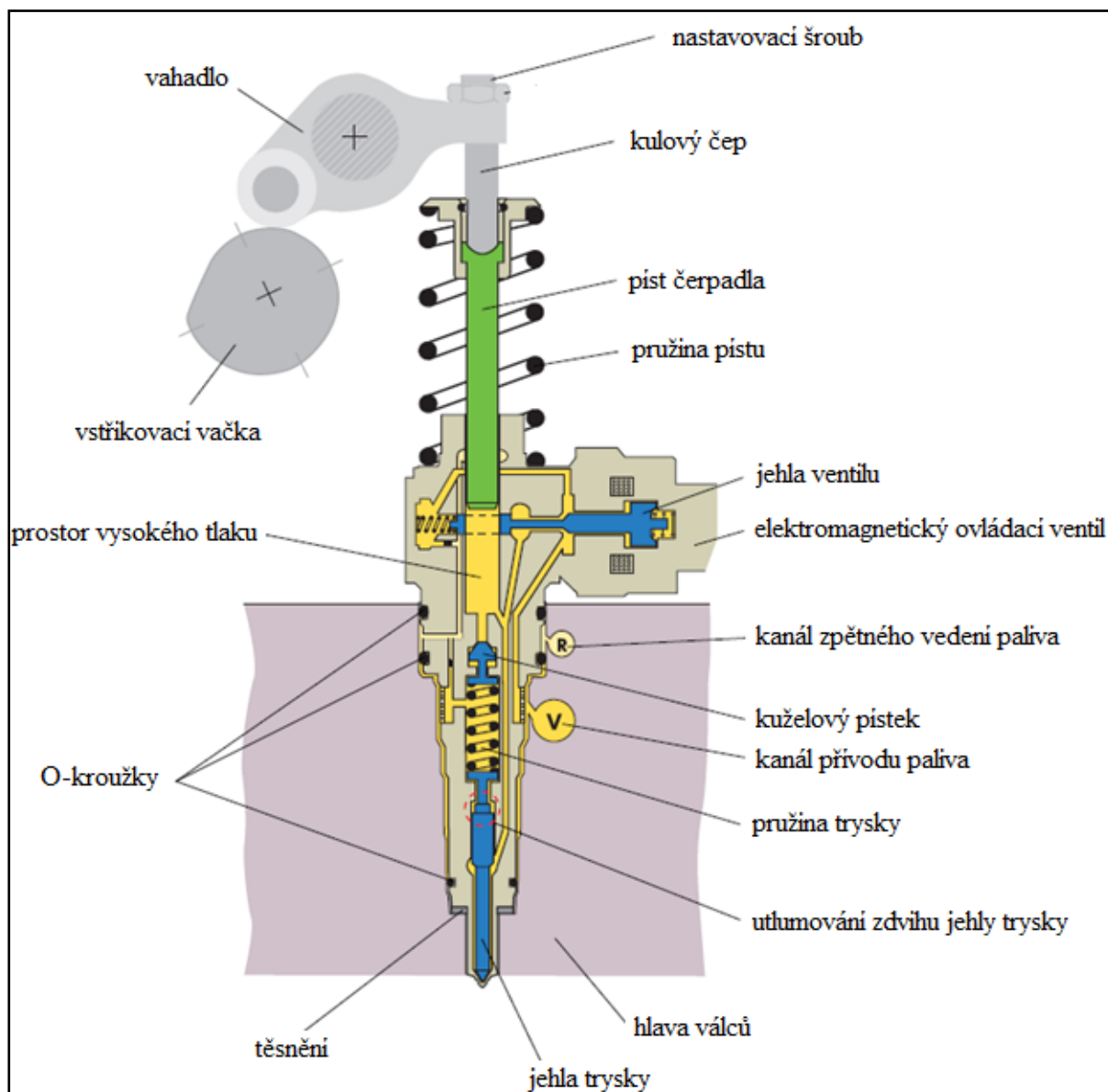
Jednotka čerpadlo-tryska je v hlavě válců upevněna pomocí šroubu a třmenu (obr. 1.2). Správné montáži je potřeba věnovat dostatečnou pozornost. Nestojí-li totiž jednotka čerpadlo-tryska vůči upevňovacímu třmenu kolmo, může se upevňovací šroub povolít. Tím by mohlo dojít k poškození jednotky čerpadlo-tryska, popřípadě i celé hlavy válců. Nastavovacím šroubem se při maximálním zatlačení pístu musí nastavit minimální vzdálenost mezi dnem prostoru vysokého tlaku a pístem čerpadla tak, aby píst čerpadla nemohl ani po zahřátí narazit na dno prostoru vysokého tlaku (obr. 1.3). V opačném případě při větší vůli by docházelo ke kratšímu zdvihu a tím k nedostatečnému tlaku a opožděnému vstřikování.



Obr. 1.2: Upevnění jednotky čerpadlo-tryska

Jednotka čerpadlo-tryska je na každém válci ovládána přes vahadlo vačkovým hřídelem. Vačkový hřídel je navíc opatřen tak zvanými vstřikovacími vačkami. Vstřikovací vačky jsou umístěny na hřídeli mezi ventilovými vačkami. Vstřikovacími vačkami jsou přes vahadla ovládány písty čerpadla jednotky čerpadlo-tryska. Náběžná strana vstřikovací vačky je velmi strmá. Díky tomu je píst čerpadla zatlačován dolů velkou rychlostí, a tím velmi rychle vytváří vysoký vstřikovací tlak. Naopak sestupná strana vačky je pozvolná a díky tomu je pohyb pístu

čerpadla nahoru pomalejší a plynulejší. Tím je zabráněno, aby se přitékající palivo do vysokotlakého prostoru zpěnilo (obsahovalo bublinky).



Obr. 1.3: Konstrukční uspořádání jednotky čerpadlo-tryska

[VOŠ a SŠ automobilní Zábřeh, školící materiály, 2004]

1.1.1 Průběh vstřikování

Plnění vysokotlakého prostoru

Při plnění se píst čerpadla silou pružiny pohybuje vzhůru a zvětšuje tak objem prostoru vysokého tlaku. Elektromagnetický ventil není ovládán, jehla ventilu je v klidové poloze a kanál přívodu paliva s prostorem vysokého tlaku je tím propojen. Působením tlaku, které vytváří palivové čerpadlo v plnicím potrubí, je palivo vtlačeno do prostoru vysokého tlaku.

Začátek předvstřiku

Píst čerpadla je přes vahadlo zatlačován vstřikovací vačkou dolů a vytlačuje tak palivo z prostoru vysokého tlaku směrem k trysce a zpět do kanálu přívodu paliva. Počátek dodávky je ovládán řídicí jednotkou motoru, která sepne elektromagnetický ventil vstřikovače a zahájí tím proces vstřikování. Jehla elektromagnetického ventilu je zatlačena do svého sedla a uzavře tak cestu mezi prostorem vysokého tlaku a kanálem přívodu paliva. Tím dojde v prostoru vysokého tlaku k nárůstu tlaku. Při dosažení tlaku 18 MPa je překonána síla pružiny, jehla trysky se nadzvedne a začíná předvstřík.

Konec předvstřiku

Se zvyšujícím tlakem dochází k zatlačení kuželového pístku, a tím dojde ke zvětšení objemu prostoru vysokého tlaku a ke zvětšení předpětí pružiny trysky. Tlak velmi rychle poklesne a předvstřík je tím ukončen. Vlivem zvětšení předpětí pružiny trysky je k opětovnému nadzvednutí jehly trysky pro vlastní vstřík potřeba vyššího tlaku než pro předvstřík.

Počátek hlavního vstřiku

Krátce po uzavření jehly trysky roste opět ve vysokotlakém prostoru tlak. Ovládací elektromagnetický ventil zůstává stále sepnutý a píst čerpadla se stále pohybuje směrem dolů. Když dosáhne tlak asi 30 MPa, je překonán odpor předepjaté pružiny trysky. Jehla trysky se opět nadzvedne a dochází k hlavní dodávce. Vzhledem k tomu, že v prostoru vysokého tlaku je za časovou jednotku stlačováno více paliva, než může otvory v trysce vystříknout, dochází nadále ke zvyšování tlaku až na hodnotu 205 MPa. Této nejvyšší hodnot je dosahováno při maximálním výkonu motoru, tedy při maximálních otáčkách a současně maximální dávce paliva.

Konec hlavního vstřiku

Ukončení hlavního vstřiku nastává ve chvíli, kdy řídicí jednotka motoru přestane napájet elektromagnetický ventil. Pružina elektromagnetického ventilu vrátí jehlu ventilu zpět do klidové otevřené polohy. Píst čerpadla tak začne palivo vtlačovat do přívodního kanálu. Tím tlak ve vysokotlaké části prudce klesá, jehla trysky se zavírá a kuželový pístek jde nahoru do své výchozí polohy a odlehčuje pružinu. Hlavní vstřík je ukončen.

[VOŠ a SŠ automobilní Zábřeh, školící materiály, 2004]

1.1.2 Palivová soustava

Doprava paliva k vysokotlakým jednotkám čerpadlo-tryska byla původně zajišťována pouze mechanickým čerpadlem umístěným na hlavě válců, které je poháněné vačkovým hřídelem a je konstrukčně řešené jako zubové nebo s plovoucími lamelami. Později byla soustava doplněna ještě elektrickým čerpadlem umístěným přímo v nádrži. Elektrické palivové čerpadlo se aktivuje zapnutím zapalování asi na dvě sekundy. Poté se zastaví a čeká, dokud se motor nebude točit. Pak již běží stále a dopravuje palivo k mechanickému čerpadlu na motoru. Pojistný ventil v elektrickém palivovém čerpadle zajišťuje, aby se tlak na mechanickém čerpadle blížil 0 MPa. Odtud mechanické čerpadlo dopravuje palivo přímo k jednotkám čerpadlo-tryska. Tlak vytvářený mechanickým čerpadlem je omezen regulačním ventilem na 0.75 MPa.

Palivový filtr chrání palivovou soustavu před nečistotami a vodou, které by mohly způsobit nadměrné opotřebení a poruchu.

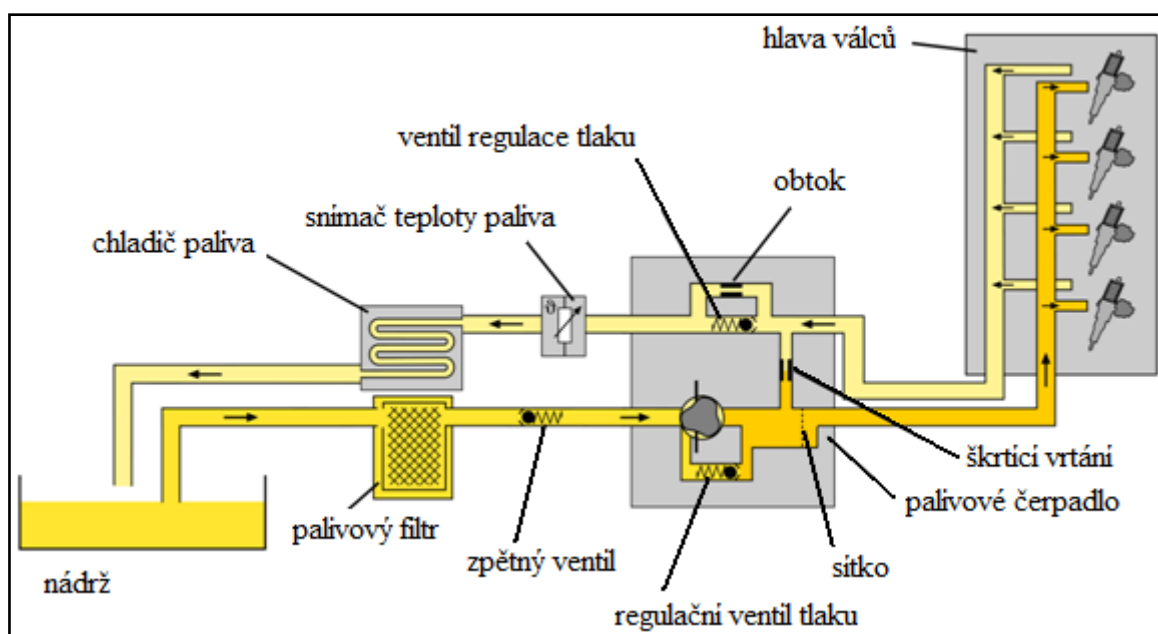
Zpětný ventil zabraňuje tomu, aby se po vypnutí motoru vrátilo palivo zpět do palivové nádrže. Ventil otevírá při tlaku 0,02 MPa.

Sítka slouží k zachytávání bublinek, které se pak odvádějí **škrtícím vrtáním** do zpětného vedení.

Ventil regulace tlaku udržuje tlak ve zpětném vedení na hodnotě 0,1 MPa. Zajišťuje se tím stálý tlak na jehle elektromagnetického ventilu.

Obtok slouží k odvodu vzduchu z palivového systému. Dostane-li se do palivového systému vzduch (např. dojde-li palivo), zůstane ventil regulace tlaku zavřen a vzduch se z palivového systému vytlačí novým palivem tímto obtokem.

Čidlo teploty paliva poskytuje informaci o teplotě paliva řídicí jednotce motoru, které na základě naměřeného signálu upravuje dobu aktivace elektromagnetických ventilů vstřikovačů. **Chladič paliva** ochlazuje palivo, které se vrací od motoru zpět do palivové nádrže. Palivo se v jednotkách čerpadlo- tryska díky vysokému tlaku a teplotě natolik ohřívá, že by nechlazené palivo mohlo poškodit palivovou nádrž, elektrické palivové čerpadlo a měřicí ústrojí palivoměru.



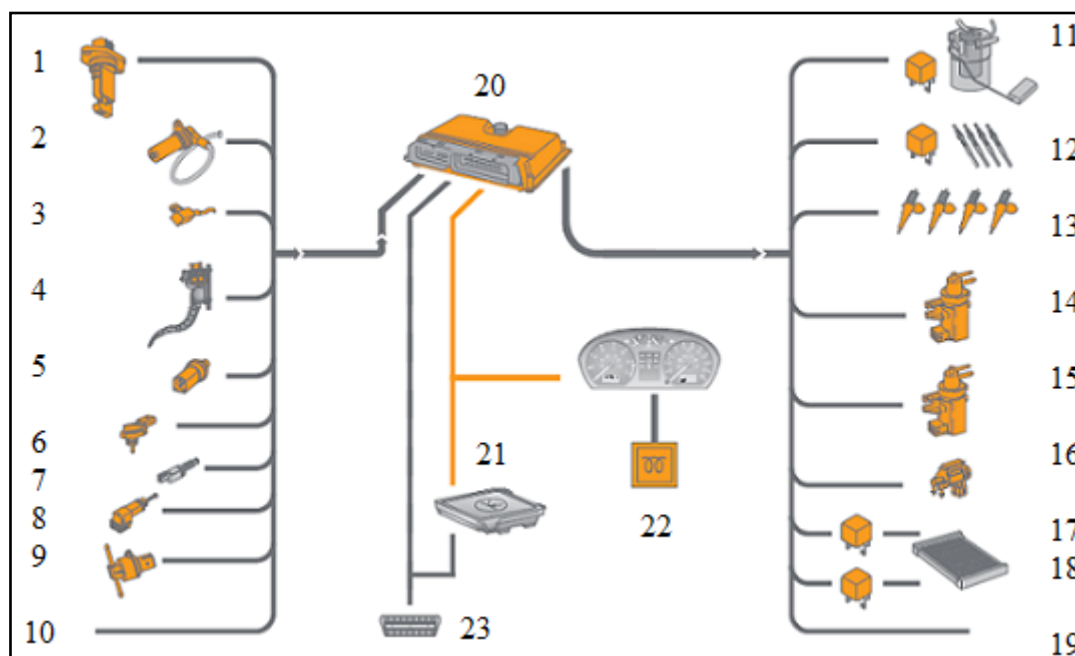
Obr. 1.4: Palivová soustava PD

[VOŠ a SŠ automobilní Zábřeh, školící materiály, 2004]

1.1.3 Řízení motoru

Součástí vstřikovacího systému PD je i jeho řízení. V tomto případě jde o plně elektronický systém, který se skládá ze tří částí: Vstupní část, akční členy a řídicí a kontrolní část. Vstupní část se skládá ze snímačů, které mají za úkol pomocí elektrických signálů dodávat do řídicí jednotky informace o aktuálním provozním stavu motoru a o požadavcích na jeho výkon. Tyto informace jsou pak v řídicí jednotce zpracovávány a pomocí elektrických impulzů jsou ovládány akční členy, které se aktivně podílí na chodu motoru a jeho přidružených částí. Řídicí jednotka má kromě řídicí funkce i funkci kontrolní.

Pomocí zpětných vazeb dokáže identifikovat závady nebo chybné fungování jednotlivých součástí systému. Tyto závady jsou zaznamenávány v chybovém hlášení řídicí jednotky a jsou signalizovány kontrolkou.



Obr. 1.5: Soustava řízení motoru

Vstupní část:

1. Snímač množství nasávaného vzduchu
2. Snímač otáček motoru
3. Snímač polohy vačkového hřídele
4. Snímač polohy pedálu akceleraace
5. Snímač teploty chladicí kapaliny
6. Snímač tlaku nasávaného vzduchu
7. Snímač teploty nasávaného vzduchu
8. Spínač brzdového pedálu
9. Snímač teploty paliva
10. Další vstupní signály (signál o rychlosti, spínač tempomatu)

Akční členy:

11. Palivové čerpadlo

12. Žhavicí svíčky

13. Ventily pro PD jednotky
14. Ventil pro zpětné vedení výfukových plynů
15. Ventil omezování plnicího tlaku
16. Ventil škrtící klapky sacího potrubí
17. Relé malého topného výkonu
18. Relé velkého topného výkonu
19. Další členy (ventilátor dochlazování)

Řídící a kontrolní část:

20. Řídící jednotka motoru
21. Centrální řídicí jednotka vozidla
22. Kontrolka žhavení a závad
23. Diagnostická zásuvka

[VOŠ a SŠ automobilní Zábřeh, školící materiály, 2004]

1.2 Vstřikovací systém s tlakovým zásobníkem Common-Rail

„Prototyp systému Common-Rail vyvinul koncem šedesátých let Švýcar Robert Huber. V období let 1976 až 1992 pokračoval ve vývoji systému Swiss Federal Institute of Technology. V první polovině devadesátých let Dr. Shohei Itoh a Masahiko Mijaki z firmy Denso vyvinuli Common-Rail pro velká nákladní vozidla. Prvním prakticky použitelným systémem označeným ECD-U2 Common Rail byl vybaven automobil Hino Raising Ranger. Začátkem devadesátých let na vývoji spolupracovaly firmy Magneti Marelli, Centro Ricerche Fiat a Elasis, tato fáze skončila v roce 1994. Koncem roku 1993 patenty zakoupila německá firma Robert Bosch GmbH a pokračovala ve výzkumu a vývoji pro uvedení do sériové výroby. V roce 1997 přišly na trh první modely osobních automobilů, jako první se představila 1. října Alfa Romeo 156 1.9 JTD a později i Mercedes-Benz E 320 CDI. Dnes systém Common-Rail používají u svých motorů všichni výrobci vozidel.“

[Robert Bosch odbytová, s.r.o. Vznětové motory. 2009]

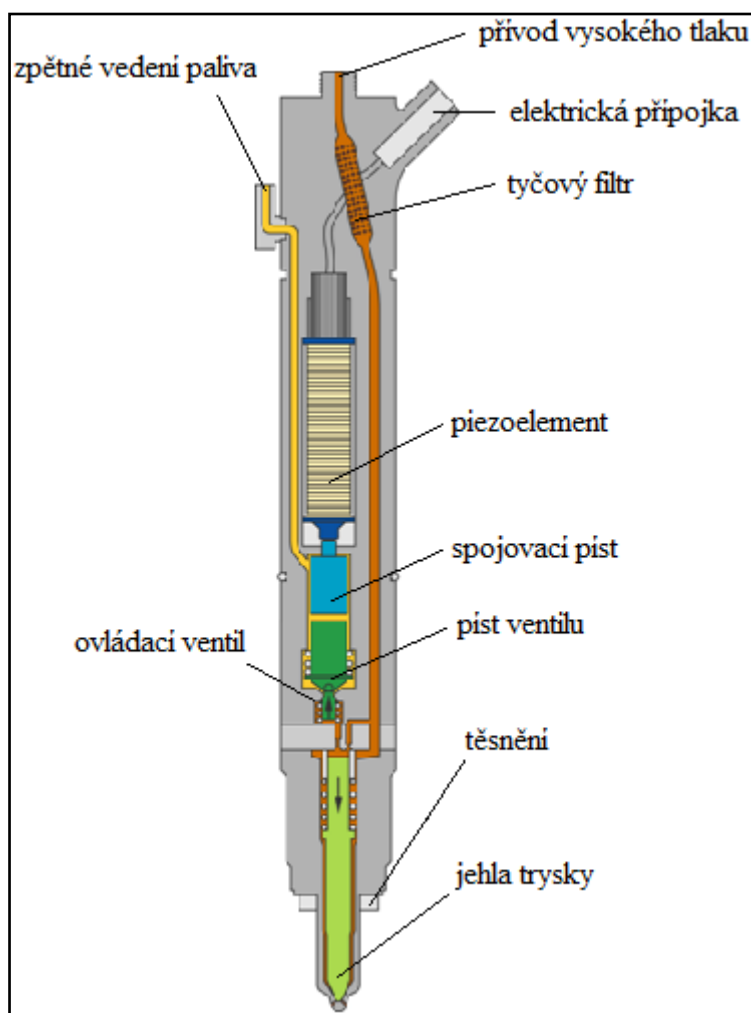
Common-Rail znamená společný tlakový zásobník. Vytváření tlaku a samotné vstřikování paliva je u tohoto systému vstřikování řešeno odděleně. Vysoký tlak paliva, potřebný k vstřikování, vytváří oddělené vysokotlaké čerpadlo. Takto vytvořený tlak paliva se akumuluje ve vysokotlakém zásobníku (tzv. railu) a dále je prostřednictvím krátkých vysokotlakých trubek přiváděn k vstřikovacím ventilům. Vstřikování paliva je ovládáno řídicí jednotkou motoru. Vstřikovací tlak je možné libovolně regulovat dle aktuální potřeby motoru v rozmezí 23 až 180 MPa. Díky tomu je možné používat vstřikovací tlak v širokém rozmezí nezávislý na režimu motoru. Tlakové palivo je pro vstřikovací ventily připraveno kdykoli k použití, takže je možné dělit dávky do více dílčích vstřiků.

1.2.1 Průběh vstřikování

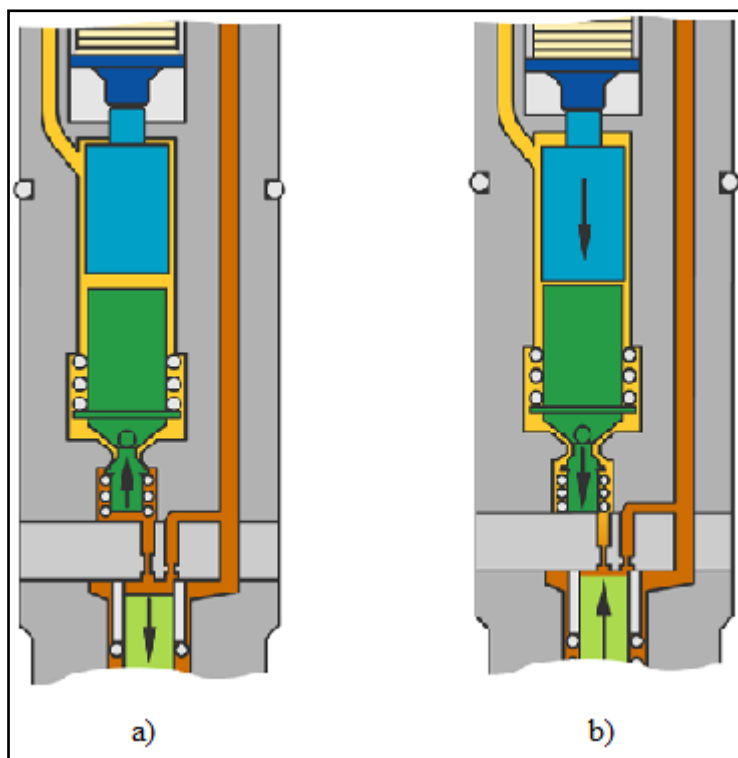
Přívodem vysokého tlaku je vedeno tlakové palivo z railu do prostoru pod jehlu trysky i nad ní. Dokud píst ventilu netlačí na ovládací ventil, jsou tyto prostory tlakově vyrovnány a nedochází k vstřikování paliva. V klidové poloze je ventil uzavřen a piezoelement není v tuto dobu řízen. Jakmile je řídicí jednotkou aktivován piezoelement, dochází přes spojovací píst a píst ventilu k otevření ovládacího ventilu. Tím prudce poklesne tlak v prostoru nad jehlou trysky (palivo je odváděno do kanálu zpětného vedení) a tlak pod jehlou otvírá trysku a

dochází k vstřikování paliva. Po ukončení aktivace piezoelementu vratná pružina uzavře ovládací ventil, tlaky pod jehlou a nad jehlou trysky se vyrovnají a dochází k ukončení vstřikování.

Vzhledem k tomu, že piezoelektrické členy mají velkou spínací rychlost (asi čtyřikrát větší než dříve používané elektromagnetické ventily) a v tlakovém zásobník je stále udržováno dostatečné množství tlakového paliva, je možno provádět více vstřiků během jednoho pracovního cyklu. Tím je dosaženo plynulejšího nárůstu tlaku ve spalovacím prostoru, což znamená snížení hlučnosti spalování a měkčího chodu motoru.



Obr. 1.6: Konstrukční uspořádání vstřikovacího ventilu systému Common-Rail



Obr.1.7: Detail ovládání vstřikovacího ventilu systému Common-Rail

a) vstřikovací ventil uzavřen b) vstřikovací ventil otevřen

[Robert Bosch odbytová, s.r.o. Vznětové motory. 2009]

1.2.2 Palivová soustava

Elektrické čerpadlo, které je umístěné v nádrži, dopravuje nepřetržitě palivo k palivovému filtru.

Palivový filtr - mimoto, že chrání palivovou soustavu před nečistotami, je v tomto případě ještě vybaven predehřivacím ventilem. Ten zamezuje ucpání filtru krystalky, které vznikají v naftě při nízkých teplotách. Při teplotě paliva 31 °C je ventil zcela uzavřen. Při teplotě 15 °C je ventil plně otevřen a pouští do filtru ohřáté palivo, které se vrací jako přepadové od vstřikovačů a railu.

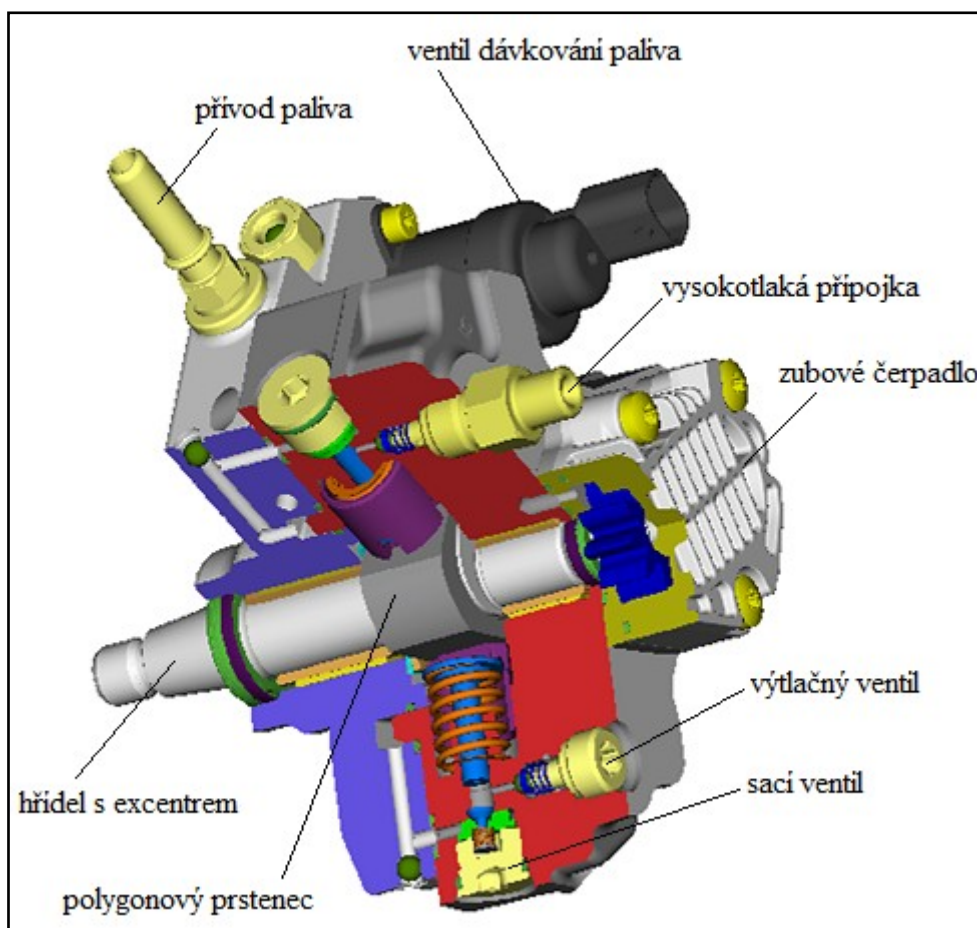
Pomocné palivové čerpadlo je elektrické čerpadlo, které dopravuje palivo z palivového filtru k vysokotlakému palivovému čerpadlu pod tlakem přibližně 0,5 MPa a je umístováno v jeho blízkosti. Přepouštěcí ventil, který je součástí vysokotlakého palivového čerpadla, udržuje tlak přibližně na 0,43 MPa. Tlak paliva dodávaný pomocným palivovým čerpadlem působí

proti pístu a pružině pístu přepouštěcího ventilu. Při tlaku paliva vyšším jak 0,43 MPa se přepouštěcí ventil otevře a uvolní otvor pro odtok paliva. Nadbytečné palivo se vrací zpětným vedením do palivové nádrže. Při výpadku pomocného palivového čerpadla běží motor se sníženým výkonem. Po zastavení však motor nelze opět spustit.

Filtrační sítko slouží k ochraně vysokotlakého palivového čerpadla před částicemi vznikající zejména při mechanickém otěru a je umístěno v přívodním palivovém potrubí hned před vysokotlakým palivovým čerpadlem. Dojde-li k ucpání sítka, může poklesnout tlak v railu a v krajním případě může dojít i k zastavení motoru.

Snímač teploty paliva zjišťuje aktuální teplotu paliva a v tomto případě je umístěn ve společném komponentu s filtračním sítkem.

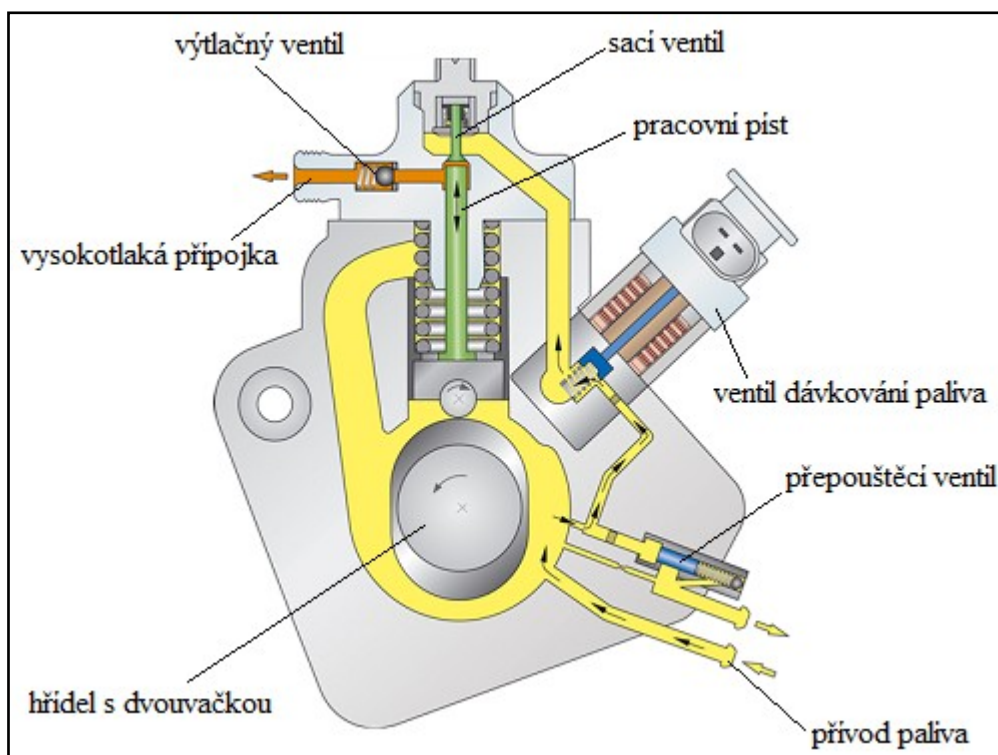
Vysokotlaké palivové čerpadlo má za úkol dopravovat dostatečné množství paliva ke vstřikovacím ventilům a vytvářet tlak potřebný ke vstřikování (až 180 MPa). Nejčastěji se používají čerpadla třípístová s uspořádáním pístů po obvodu hřídele do hvězdice (obr. 1.8). Čerpadlo je v tomto případě umístěno na hlavě motoru a přímo propojeno s vačkovým hřídelem anebo je umístěno na boku motoru a je poháněno rozvodem v převodovém poměru s vačkovým hřídelem 1:1. Otáčky čerpadla jsou tedy o polovinu menší než otáčky klikového hřídele. Písty jsou u těchto čerpadel stlačovány přes polygonový prstenec hřídelem s excentrem. Tato konstrukce zaručuje, že končí-li zdvih jednoho pístu, následující píst se již začíná stlačovat. Tím je zajištěno neustálé a plynulé doplňování tlakového paliva a není důležité, v jaké poloze je hřídel čerpadla vůči klikovému hřídeli motoru namontována.



Obr. 1.8: Třípístové vysokotlaké palivové čerpadlo

[Robert Bosch odbytová, s.r.o., školící materiály, 2007]

U poslední generace nejběžnějších čtyřválcových motorů se používají čerpadla jednopístová poháněná dvouvačkou s přesazením vaček o 180° (obr. 1.9), nebo čerpadla dvoupístová s protilehlými písty, poháněná jednovačkovým hřídelem. Tato čerpadla jsou umístěna na boku motoru a jsou poháněna rozvodem v převodovém poměru s klikovým hřídelem 1:1. U těchto čerpadel je zapotřebí při montáži nastavit přesnou polohu hřídele s klikovým hřídelem motoru. Tlak se tím vytváří synchronizovaně se vstřikem v pracovní době příslušného válce. Pohon čerpadla je tak rovnoměrně rozložen a kolísání tlaku ve vysokotlaké části je minimalizováno.



Obr. 1.9: Jednopístové vysokotlaké palivové čerpadlo

[Škoda Auto, a.s. školící materiály, 2009]

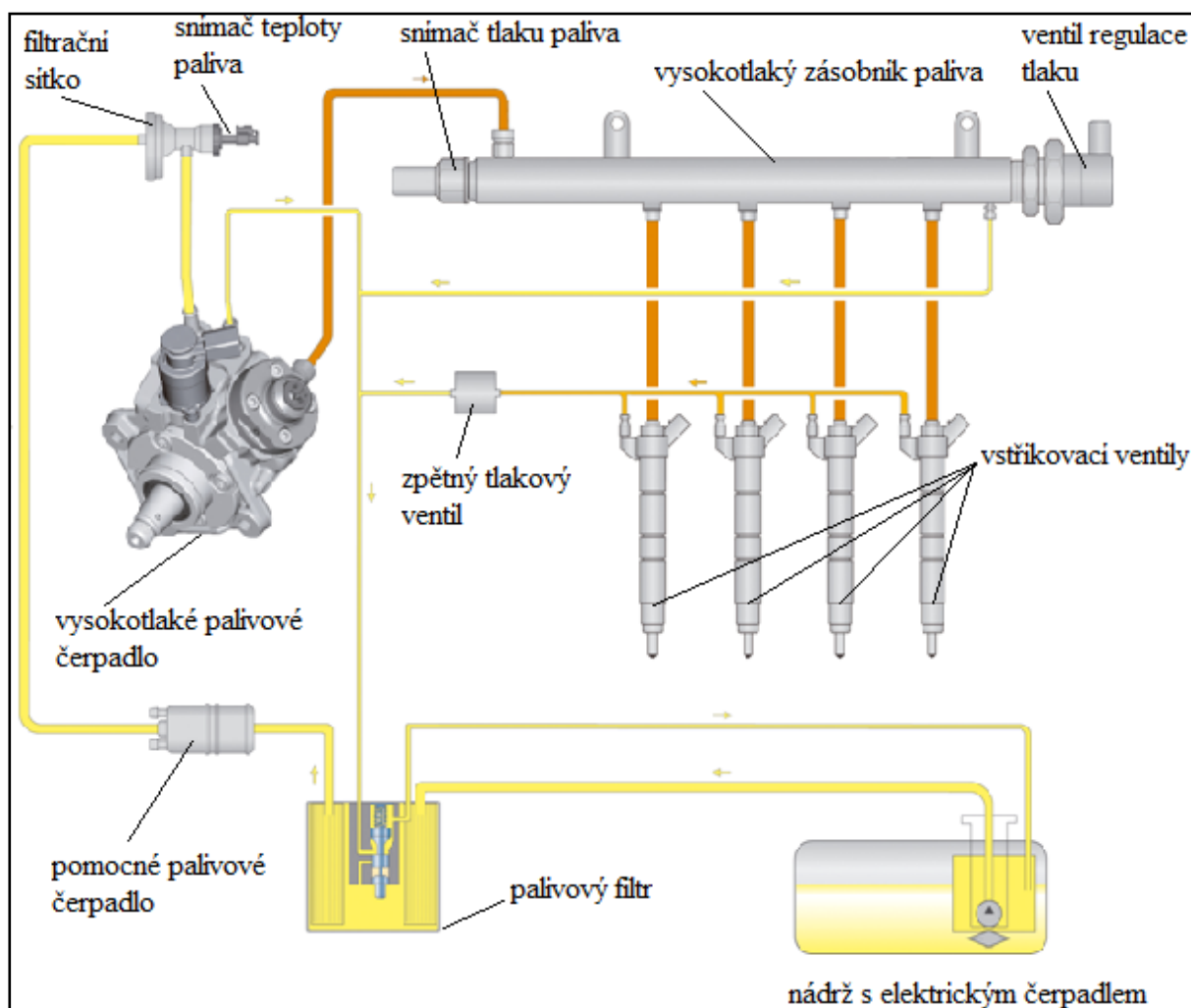
Ventil dávkování paliva je součástí vysokotlakého palivového čerpadla a zajišťuje regulaci tlaku paliva ve vysokotlaké oblasti dle potřeby. Ventil dávkování paliva v podstatě reguluje množství přiváděného paliva potřebného k vytvoření vysokého tlaku. Výhodou toho je, že vysokotlaké palivové čerpadlo vytváří pouze takový tlak, který je potřebný pro okamžitý provozní režim. Tím se docílí snížení spotřeby energie čerpadla a předchází se zbytečnému ohřevu paliva. Při výpadku ventilu dávkování paliva dojde ke snížení výkonu motoru a systém řízení motoru pracuje v nouzovém režimu.

Snímač tlaku paliva je umístěn na vysokotlakém zásobníku paliva (railu) a v podobě signálu snímá aktuální tlak, který je důležitou informací pro řídicí jednotku motoru k regulaci tlaku.

Ventil regulace tlaku reguluje tlak paliva ve vysokotlaké palivové větvi. U starších provedení je ventil v klidovém stavu (bez přívodu napájení) uzavřen. U novějších je tomu naopak. Tím bylo zamezeno možnému úniku paliva do válce při stojícím motoru a odpadly také problémy se startem motoru po delší době stání. Při chladnutí vznikají v palivu vzduchové bublinky. Ventil regulace tlaku paliva je ovládán PWM signálem od řídicí

jednotky motoru. V elektromagnetické cívce se vlivem působení signálu PWM vytvoří magnetické pole, které přitáhne kotvu ventilu a ta přitlačí jehlu ventilu do jejího sedla. Tlak paliva ve vysokotlakém zásobníku paliva (railu) tak působí proti elektromagnetické síle. Podle frekvence signálu PWM se mění průtokový průřez ke zpětnému vedení paliva, a tím se i mění odtékající množství paliva. Protože jsou reakce tohoto ventilu velice přesné a rychlé, lze tímto ventilem vyrovnávat i kolísání tlaku ve vysokotlakém zásobníku.

Zpětný tlakový ventil udržuje tlak ve zpětném vedení od vstřikovacích ventilů na hodnotě přibližně 1 MPa. Tento tlak je zapotřebí udržovat z důvodu správné funkce vstřikovacích ventilů.



Obr. 1.10: Palivová soustava

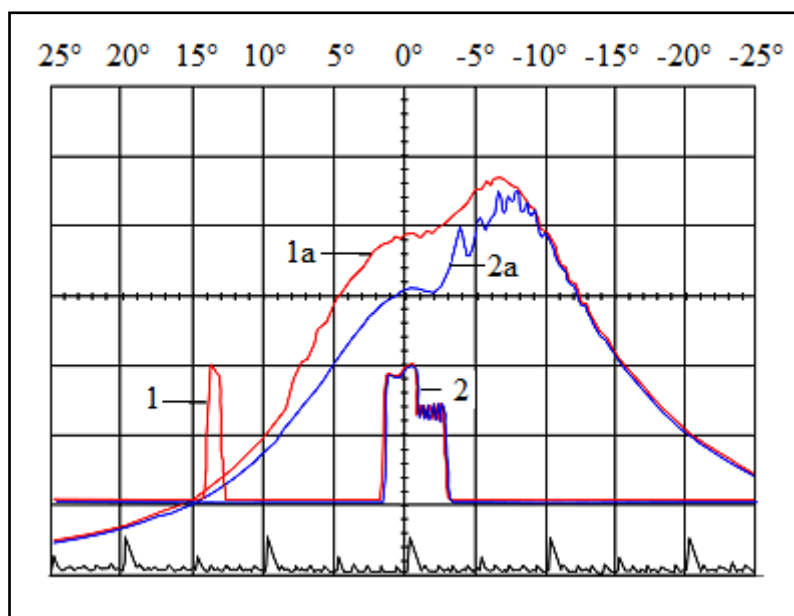
[Robert Bosch odbytová, s.r.o. Vznětové motory. 2009]

1.2.3 Řízení motoru

Řízení motoru u systému CR je obdobné jako u systému PD popsané v kapitole 1.1.3. Je zde pouze navíc ve vstupní části snímač tlaku v railu a v akčních členech ventil dávkování paliva u vysokotlakého čerpadla a ventil regulace tlaku v railu.

1.3 Tvorba směsi

Předpokladem pro dobré a účinné spalování je vytvoření kvalitní směsi. To spočívá vtom, aby bylo palivo vstříknuto pod vysokým tlakem ve správný čas a správné dávce. Dojde-li jen k nepatrné odchylce od optimální hodnoty, dochází k nárůstu nežádoucích zplodin ve výfukových plynech, hlučnému spalování, popřípadě i zvýšení spotřeby paliva a snížení výkonu. U vznětových motorů je pro spalovací proces důležité, aby doba mezi počátkem vstřiku a počátkem nárůstu tlaku (vznícení) ve spalovacím prostoru byla co nejmenší. Je-li během této doby vstříknuto velké množství paliva, má to za následek skokový nárůst tlaku, a tím i nežádoucí hlučné spálení. Aby bylo dosaženo co nejkvalitnějšího spalovacího procesu, je ještě před vlastním vstřikem vstříknuto pod menším tlakem malé množství paliva, čemuž říkáme **pilotní vstřik**. Spálením této malé dávky paliva vzroste ve spalovacím prostoru tlak a teplota. Oba tyto parametry jsou dobrou přípravou pro rychlé vznícení paliva, které se do spalovacího prostoru dostane při hlavním vstřiku. Pilotní vstřik a následná pauza, která předchází vlastnímu vstřiku, zajišťují, že tlaky ve spalovacím prostoru nenarůstají skokově, ale pozvolným charakterem (obr. 1.11). Výsledkem je tišší spalovací proces a nižší obsah nežádoucích látek ve výfukových plynech.



Obr. 1.11: Průběh tlaku ve spalovacím prostoru

1. Pilotní vstřík, 1a. Průběh tlaku s pilotním vstříkem, 2. Hlavní vstřík, 2a. Průběh tlaku bez pilotního vstříku

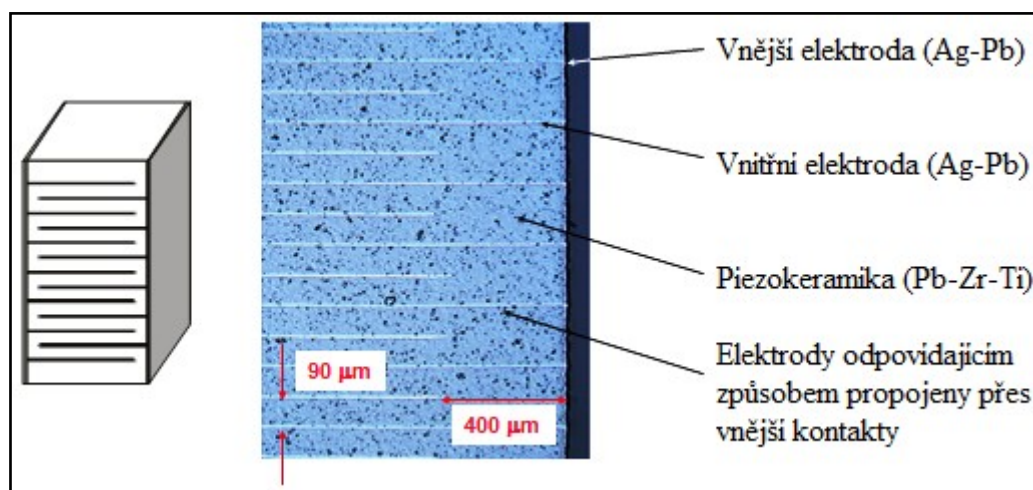
Rozdělení vstřikované dávky do více dílčích vstřiků bylo technicky možné až s nástupem vstřikovacích systémů CR a PD. Zatímco u systému PD s elektromagneticky ovládanými jednotkami je možné dělit dávku pouze na dva vstřiky. U systému CR je díky konstantní zásobě tlakového paliva možnost daleko větší. Je možné provádět před hlavním vstřikem dva pilotní a také lze využívat tzv. sekundárního vstřiku, který slouží k rychlejšímu ohřátí katalyzátoru nebo k regeneraci filtru pevných částic. Typická hlučnost charakteristická pro vznětové motory s přímým vstřikováním, zejména při volnoběžných a středních otáčkách je díky vícenásobnému dělení dávky výrazně utlumena.

Dokonalé spálení paliva závisí na přípravě kvalitní směsi. Vstřikováním pod vysokým tlakem se palivo rozptýlí velmi jemně a může se s vzduchem dobře promísit. To zajistí téměř úplné spálení paliva, a tím i snížení obsahu škodlivin ve výfukových plynech a zvýšení výkonu. Při ukončení vstřikování je důležité, aby vstřikovací tlak rychle opadl a jehla trysky se rychle vrátila do sedla. Zabrání se tak tomu, aby se do spalovacího prostoru dostalo palivo pod malým tlakem a ve velkých kapkách, a tím zapříčinilo nežádoucí a nedokonalé spalování. Vedlo by to k nárůstu škodlivin ve výfukových plynech a zvýšení spotřeby.

[VOŠ a SŠ automobilní Zábřeh, školící materiály, 2004]

1.4 Ovládací prvky PD jednotek a vstřikovacích ventilů CR

K ovládání PD jednotek a vstřikovacích ventilů CR se zpočátku využívalo převážně elektromagnetických ventilů. Naopak u posledních generací vstřikovacích systémů se častěji využívá piezoelektrických nastavovačů. U elektromagnetického ventilu jde o jednoduchou konstrukci cívky, která po připojení elektrického napětí vtahuje do své dutiny jehlu ventilu. U piezoelektrického nastavovače se využívá vlastnosti speciálního materiálu, který reaguje na elektrické napětí změnou svého objemu. Piezonastavovač se skládá z velmi slabých vrstev piezokeramiky, které jsou navzájem propojeny tenkými (1–2 μm) elektrodami (obr. 1.12).

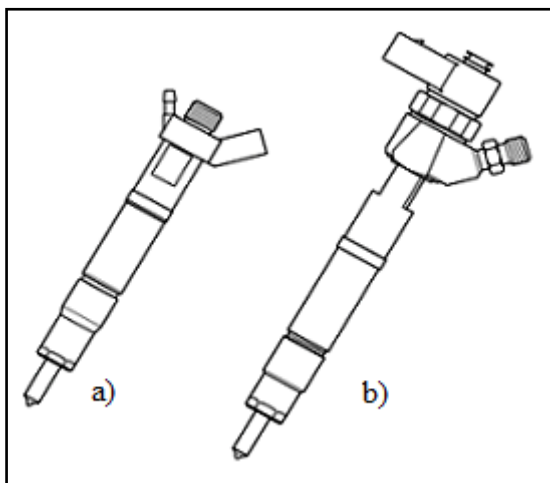


Obr. 1.12: Konstrukce piezonastavovače

Při přivedení elektrického napětí na elektrody piezonastavovač změní (zvětší) svůj rozměr a posune jehlu ovládacího ventilu. Elektrické napětí, které ovládá piezonastavovač, se pohybuje v rozmezí 100 až 200 V. Délková změna je lineárně závislá na velikosti napětí, čím větší napětí, tím větší změna délky piezonastavovače. Hlavním důvodem, proč se začaly více využívat jako ovládací prvky piezonastavovače, je jejich rychlost. Piezonastavovač pracuje oproti elektromagnetickému ventilu až čtyřikrát rychleji. Díky tomu jsou dávky přesnější a lze i u PD jednotek provést více vstřiků během pracovního cyklu, což má pozitivní vliv na emise výfukových plynů, výkon a spotřebu. Další výhodou při používání piezotechniky oproti elektromagnetům je úspora hmotnosti. Zvláště u vstřikovacích ventilů CR jsou hmotnosti a rozměry výrazně sníženy (obr. 1.13).

Výhody piezoelektrických vstřikovačů:

- Vícenásobný vstřík.
- Extrémně malé dávky předstříku.
- Flexibilní počátek vstříku a extrémně malá doba mezi jednotlivými vstříky.
- Kompaktní konstrukce.
- Hluk -3 dB
- Spotřeba -3%
- Emise -20%
- Výkon +7%



Obr. 1.13: Vstřikovací ventil CR

a) s piezoelektrickým nastavovačem (hmotnost 270 g)

b) s elektromagnetickým ventilem (hmotnost 490 g)

[Robert Bosch odbytová s.r.o., školící materiály, 2007]

2. Paliva vznětových motorů

Nejběžnějšími palivy spalovacích motorů jsou produkty ropy. V případě vznětových motorů se jedná o **motorovou naftu**. Motorová nafta je směs kapalných uhlovodíků, které se získávají destilací a rafinací ropy, obvykle při teplotách 150 – 370 °C. Kvalita motorové nafty se udává cetanovým číslem (CČ), které vyjadřuje její vznětovou charakteristiku. CČ udává množství n-hexadekanu (cetanu) v objemových procentech ve směsi s aromatickým uhlovodíkem 1-metylnaftalenem, která má stejnou vznětovou charakteristiku jako srovnávaný vzorek skutečné pohonné látky (motorové nafty). CČ 0 tedy odpovídá motorové naftě, která má stejné charakteristiky jako čistý metylnaftalen a CČ 100 odpovídá čistému cetanu. Cetanové číslo tedy představuje paralelu k oktanovému číslu u automobilových benzínů pro zážehové motory. Čím vyšší CČ palivo pro vznětové motory má, tím je kvalitnější. Motory v takovém případě lépe startují, mají lepší výkon, tišší a hladší chod a také výfukové plyny obsahují méně nežádoucích zplodin. Díky lepšímu výkonu klesá také spotřeba pohonných hmot. To vše potom vede ke snižování zátěže životního prostředí. Motorová nafta, aby tedy byla kvalitní, musí obsahovat právě delší řetězce nerozvětvených uhlovodíků, mezi které patří parafinické uhlovodíky. Ty mají tu vlastnost, že při nízkých teplotách vytvářejí krystaly a způsobují tím zamrzání nafty. Proto je potřeba naftu pro chladnější podnebí dále upravovat. (Na rozdíl od benzínu, který obsahuje uhlovodíky aromatického charakteru a rozvětvené uhlovodíky, které mají velmi dobré nízkoteplotní vlastnosti, zamrzání u něho nehrozí.)

Výrobci vznětových motorů u svých modelů vždy předepisují minimální hodnoty cetanových čísel pohonných látek, které jsou pro ně potřebné. U nejmodernějších motorů se požadované hodnoty pohybují mezi 50 – 60. Minimální hodnoty CČ motorové nafty jsou také předepisovány právními předpisy jak na úrovni Evropské unie, tak v národních legislativách členských zemí EU, včetně České republiky. V současné době (počátek roku 2006) platná legislativa povoluje na území států EU používání motorové nafty pro vznětové motory, která má minimální hodnotu CČ 51, přestože řada starších vozidel se vznětovými motory spolehlivě pracuje již s palivem od CČ 40.

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Motorová_nafta]

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Cetanové_číslo]

Dalším možným palivem pro vznětové motory je tak zvaná **bionafta** (FAME – fatty acid methyl ester). Jedná se o palivo na bázi methylesterů nenasycených mastných kyselin rostlinného původu. Lze ji vyrábět z jakýchkoliv rostlinných olejů. U nás se nejčastěji používá k výrobě olej získaný z řepky olejné. Bionafta může být používána jako palivo ve vznětových motorech bez jakýchkoli úprav. Má to ovšem jisté nevýhody. Bionafta má menší kalorickou hodnotu, což způsobuje nižší výkon a vyšší spotřebu, způsobuje bobtnání součástí z klasické pryže, způsobuje korozi a při teplotách pod -10 °C se velmi zvyšuje její viskozita, čímž je omezena použitelnost bez dalších úprav nejen paliva, ale i motorů, v kterých je používána. Bionafta je také silnějším rozpouštědlem než motorová nafta, což způsobuje uvolňování usazenin v palivové soustavě, kde byla dříve používána klasická motorová nafta a následně může dojít k ucpání nebo dokonce poškození součástí palivové soustavy. Bionafta má ale i výhody, má vyšší mazací schopnost než klasická motorová nafta a tím snižuje opotřebení a zvyšuje životnost vstřikovacích systémů, které jsou mazány pouze palivem. Použití bionafty také výrazně snižuje škodlivé emise výfukových plynů. Čistá bionafta není toxická, je biologicky odbouratelná a neobsahuje žádné aromatické látky ani síru. Hlavním a důležitým aspektem je ovšem velká energetická náročnost celého výrobního procesu, což bionaftu velmi znevýhodňuje.

V současné době je dle evropské legislativy povinností všech výrobců v EU přimíchávat 5 % bionafty do klasické nafty vyrobené z ropy. Dále je možné kromě stoprocentní bionafty pořídit na českém trhu takzvanou směsnou motorovou naftu (SMN neboli Eko diesel), ta obsahuje 31 % bionafty a 69 % klasického ropného produktu.

Výrobci vozidel stanovují seznam modelů, které mohou používat stoprocentní bionaftu. U většiny vozidel dávají výrobci záruku na motory, pouze pokud se používá palivo s maximálním podílem bionafty 5 %. Výjimkou je Peugeot a Citroën, které nedávno oznámily, že v jejich motorech HDI se může používat palivo s 30 % bionafty. Další významnou výjimkou jsou Scania a Volkswagen, jejichž motory posledních modelů mohou používat stoprocentní bionaftu.

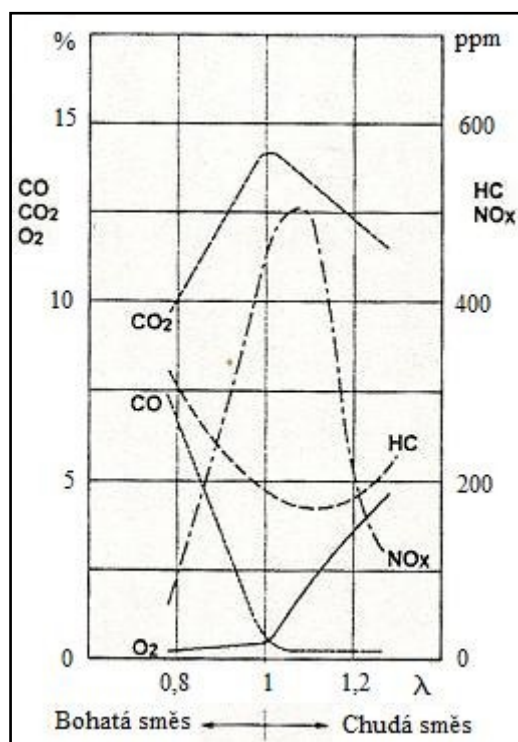
[<http://cs.wikipedia.org/wiki/Bionafta>]

Dle určitých legislativních nároků na vlastnosti paliva nelze téměř palivo bez dalších přídavných látek (aditiv) na trhu pořídit. Aditiva, která se používají pro paliva vznětových motorů, mají za úkol vylepšovat parametry paliva, zejména v oblasti jeho vznětlivosti, snižování škodlivých emisí, zvyšování výkonu a ochrany motoru před nadměrným

opotřebením. Aditiva pro paliva vznětových motorů tedy obsahují zvyšovače cetanového čísla, přísady pro zvýšení mazacích schopností, detergenty, inhibitory koroze, deaktivátory kovů, protipěnovostní přísady, antioxidanty, antistatické přísady a pro použití v chladnějších podnebích přísady pro zlepšení nízkoteplotních vlastností.

3. Emise výfukových plynů vznětových motorů

Jak již bylo zmíněno, vznětové motory narozdíl od zážehových pracují s přebytkem vzduchu ($\lambda > 1$), což spolu se vstřikovacím systémem, druhem a kvalitou použitého paliva výrazně ovlivňuje tvorbu emisních hodnot výfukových plynů. Průběh složení výfukových plynů v závislosti na koeficientu λ je vyjádřen na obrázku 3.1.



Obr. 3.1: Složení výfukových plynů v závislosti na koeficientu λ

Oxid uhelnatý (CO) vzniká především při provozu motoru s bohatou směsí, tedy $\lambda < 1$, což je zapříčiněno nedostatkem kyslíku, který je zapotřebí k dokonalému spálení uhlíku obsaženého v palivu a vzniku oxidu uhličitého (CO_2). Při chudé směsi je množství CO nízké a

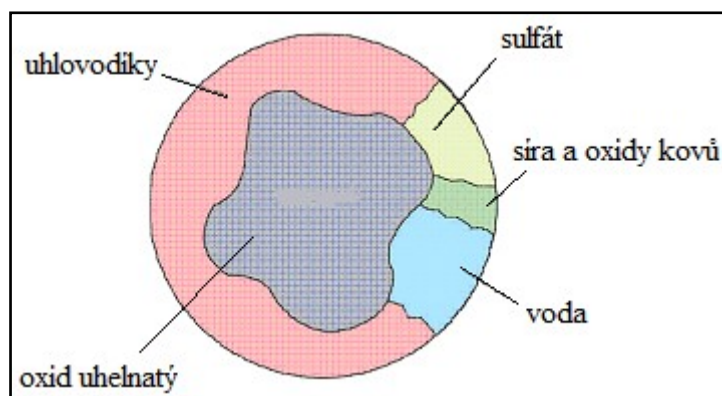
další ochuzování směsi nemá vliv na jeho snížení. CO, které vzniká i při přebytku vzduchu, je zapříčiněno nedostatečným promísením paliva se vzduchem, a tudíž nedokonalým prohořením. CO je jedovatý plyn, který je bezbarvý a bez zápachu.

Oxidy dusíku (NO_x) vznikají reakcí kyslíku a dusíku obsaženého ve vzduchu při vysoké teplotě a tlaku. S rostoucí hodnotou λ stoupá jeho množství až do hodnoty $\lambda = 1,05$ až $1,10$, dále pak vlivem velkého přebytku vzduchu, a tím snižování teploty ve spalovacím prostoru klesá. U oxidů dusíku se jedná zejména o **oxid dusnatý (NO)**, který je bezbarvý, jedovatý a za přítomnosti vlhkosti leptavý. NO ovšem snadno na vzduchu oxiduje na **oxid dusičitý (NO_2)**, což je silně jedovatý plyn červenohnědé barvy, který zároveň způsobuje kyselé deště. V menším množství vzniká také **oxid dusný (N_2O)**, což je bezbarvý plyn s nevýraznou, ale příjemnou vůní a nasládlou chutí. Jedovatý není, ale patří mezi skleníkové plyny.

Uhlovodíky (HC) jsou to nespálené zbytky paliva, tedy řada sloučenin uhlíku a vodíku (C_mH_n), vyskytují se při bohaté směsi, při nedokonalém rozprášení a promísení paliva se vzduchem a při nevznícení nebo zhasnutí paliva v důsledku ochlazení, například u chladných stěn spalovacího prostoru. Uhlovodíky obsažené ve výfukových plynech dělíme na nasycené, nenasycené a aromatické. Nasycené uhlovodíky dráždí pokožku a mají narkotický účinek. Nenasycené uhlovodíky se podílejí na tvorbě smogu, ničení ozónu a dráždí pokožku. Aromatické uhlovodíky jsou nervové jedy, které mají narkotický a rakovinotvorný účinek.

Oxid siřičitý (SO_2) vzniká spalováním síry obsažené v palivu. Čím méně palivo obsahuje síru, tím méně je obsaženo SO_2 ve výfukových plynech. SO_2 je bezbarvý jedovatý plyn, který způsobuje onemocnění dýchacího ústrojí. Snadno také reaguje s vodou a vznikají tím kyseliny síry, které se podílejí na vzniku kyselých dešťů.

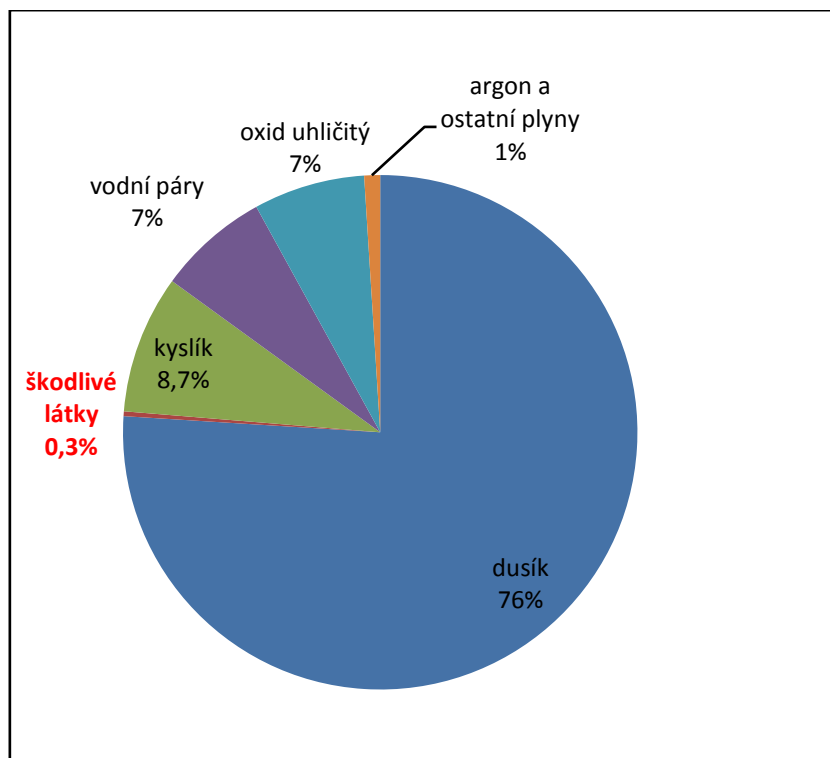
Pevné částice (PM - Particulate Matter) jsou to mikroskopické uhlíkové části (saze) o přibližném průměru $0,05 \mu\text{m}$. Jádro pevné částice tvoří oxid uhelnatý, ke kterému se váží další látky dle znázornění na obrázku 3.2. Pevné částice vznikají při nedokonalém prohoření vstříknutého paliva. Kapičky paliva začínají hořet na povrchu, kde je dostatečný přístup kyslíku. Vnější obal kapiček tedy shoří snadno, ale uvnitř je kyslíku nedostatek. Pokud se nepodaří vířením vzduchu dostat uhlík dostatečně do styku s kyslíkem, palivo už neshoří a ve formě sazí zbarví výfukové plyny dotmava.



Obr. 3.2: Model pevné částice

[VOŠ a SŠ automobilní Zábřeh, školící materiály, 2007]

Oxid uhličitý (CO_2) je současně s vodní párou přirozeným produktem při spalování uhlovodíkových paliv. Při dokonalém spalování a dodržení stechiometrického poměru je objemové množství CO_2 ve výfukových plynech 14,7 %, což je maximálně možná teoretická hodnota. Vzhledem k tomu, že vznětové motory pracují s chudou směsí, je reálné množství CO_2 ve výfukových plynech podstatně menší. CO_2 je bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, je běžnou součástí atmosféry, v koncentracích, v jakých se běžně pohybuje v atmosféře, (0,038 % objemu) je zdravý neškodný. Zdravotní potíže, jako závrať, ospalost a bezvědomí způsobuje CO_2 až při výrazně větším množství (5 a více % objemu). CO_2 není tedy považován za jedovatý plyn, ale je to plyn, který v atmosféře způsobuje skleníkový efekt. S rozvojem průmyslu, a tedy i dopravy, koncentrace CO_2 v atmosféře neustále narůstá, což představuje civilizační problém. Vzhledem k tomu, že je CO_2 přirozeným produktem při spalování uhlovodíkových paliv, lze jeho produkci snižovat pouze snižováním spotřeby těchto paliv. Z těchto důvodů není CO_2 přímo zařazeno do souboru škodlivých látek, ale kontrola množství jeho produkce a omezení se u silničních vozidel připravuje.



Obr. 3.3: Složení výfukových plynů u vznětových motorů v % objemu

Látky	Zážehový motor	Vznětový motor
Uhlovodíky HC	0,05	0,03
Oxidy dusíku NO _x	0,085	0,15
Oxid uhelnatý CO	0,85	0,05
Oxid siřičitý SO ₂	-	0,02
Pevné částice PM	0,005	0,05

Tab. 3.1: Složení škodlivých látek ve výfukových plynech v % objemu

[Pošta, J.; a kolektiv: Opravárenství a diagnostika III. Praha: Informatorium 2003]

3.1 Vývoj emisních limitů

Škodlivé látky ve výfukových plynech jsou v současné době legislativně omezovány a kontrolovány již při schvalování vozidel před uvedením na trh a pomocí pravidelných měření emisí jsou zjednodušenou formou kontrolovány i na vozidlech v provozu. Škodlivé látky jsou mezinárodními normami limitovány již od roku 1970. Tehdy byly na základě technické úrovně spalovacích motorů stanoveny pouze limitní hodnoty pro CO a HC. S následným rozvojem techniky a růstem počtu automobilů byly požadavky zpřísňovány a postupně byly limitovány i další škodlivé složky. Nejvýznamnějším skokem v oblasti omezení produkce škodlivých látek bylo v roce 1993 zavedení emisní normy EURO 1. Tehdy došlo k výraznému omezení CO (z 16,5 na 2,72 g/km) a HC + NO_x (z 5,06 na 0,97 g/km). Od tohoto roku se spalovací motory osobních automobilů již neobešly bez elektronicky řízeného emisního systému. Nadále se pak emisní normy postupně zpřísňovaly (dle tabulky 3.2), čímž byli výrobci vozidel nuceni emisní systémy stále vylepšovat až na současné hodnoty normy EURO 5.

Norma	Platnost od	CO	HC	NO _x	HC+NO _x	PM
Vznětové motory						
Euro 1	1993	2,72	-	-	0.97	0.14
Euro 2	1996	1.0	-	-	0.9	0.10
Euro 3	2000	0.64	-	0.50	0.56	0.05
Euro 4	2005	0.50	-	0.25	0.30	0.025
Euro 5	září 2009	0.50	-	0.18	0.23	0.005
Euro 6	září 2014	0.50	-	0.08	0.17	0.005
Zážehové motory						
Euro 1	1993	2,72	-	-	0.97	-
Euro 2	1996	2,2	-	-	0.5	-
Euro 3	2000	1,3	0.20	0.15	-	-
Euro 4	2005	1.0	0.10	0.08	-	-
Euro 5	září 2009	1.0	0.075	0.06	-	0.005

Veškeré údaje jsou uváděny v g/km

Tab. 3.2: Vývoj emisních norem u osobních automobilů

[Ferenc, B.: Spalovací motory. Praha: Computer Press 2004]

3.2 Redukce škodlivých látek ve výfukových plynech

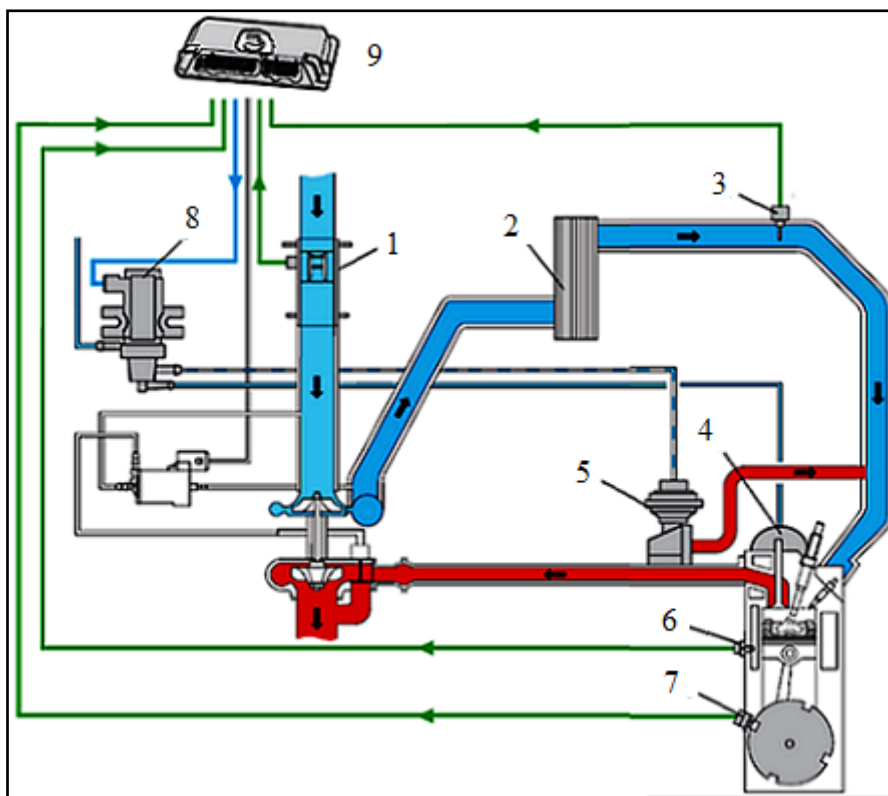
Ke snižování množství škodlivých látek ve výfukových plynech na úroveň dnešních poměrně přísných limitů se používá hned několik opatření a technologií.

Vzniku SO_2 se zamezuje již při výrobě paliva, kdy je výrobce povinen zajistit poměrně dokonale odsíření (maximální množství síry v naftě je 10 mg/kg).

Ke snížení množství CO a HC se používá oxidační katalyzátor. Toto zařízení umístěné na výfukovém traktu zajišťuje oxidaci CO a HC na CO_2 a H_2O . Potřebný kyslík se získává ze směsi s přebytkem vzduchu, nebo se před katalyzátor přivádí tzv. sekundární vzduch. Nejvyšší účinnost má katalyzátor při teplotě 400 až 800°C, proto je důležité co nejdříve po startu studeného motoru dosáhnout této teploty. Z tohoto důvodu se katalyzátor umísťuje co nejbližší k motoru.

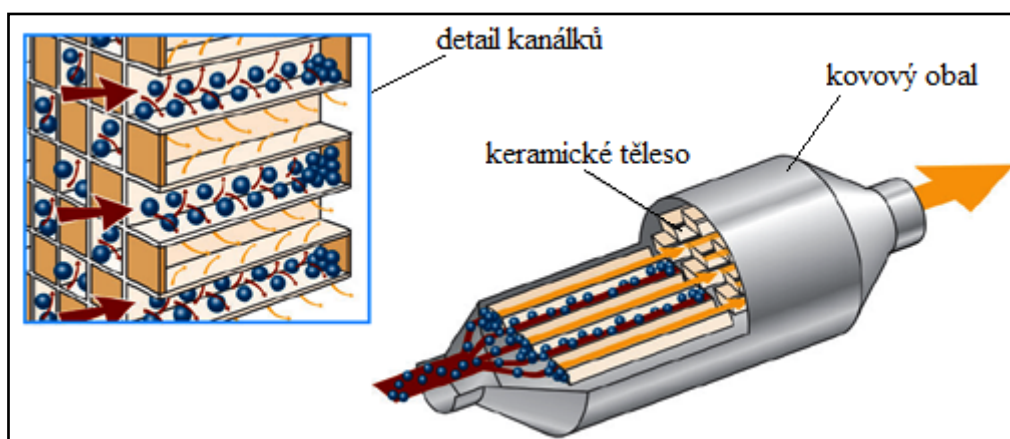
K redukci NO_x se využívá EGR technologií nebo SCR katalyzátoru. U systému EGR (exhaus gas recirculation) tedy recirkulace výfukových plynů je podstata v přimíchávání části výfukových plynů, které jsou inertní (nehořlavé) do nasávaného vzduchu. Tím se omezí množství kyslíku ve spalovacím prostoru a dojde ke snížení spalovací teploty. Nižší teplota hoření a méně volného kyslíku má pak za následek omezení vzniku NO_x . Recirkulace výfukových plynů je řešena vnitřní nebo vnější cestou. Vnitřní recirkulace je zajišťována překrytím ventilů, což znamená, že sací ventil je již otevřen a výfukový ventil není ještě uzavřen. Velikostí překrytí ventilů se reguluje množství spalin, které se smísí s čerstvým vzduchem. Technicky je tato recirkulace zajišťována změnou časování vačkových hřídelů a zdvihem ventilů. Vnější recirkulace je řešena přívodem výfukových plynů do sacího potrubí (viz obr. 3.4). Množství recirkulovaných plynů je regulováno tzv. EGR ventilem v závislosti na konkrétních potřebách motoru. U moderních motorů je ventil řízen elektronicky a výfukové plyny jsou navíc před vstupem do sání ochlazovány. SCR katalyzátor využívá pro snížení emisí NO_x selektivní katalytickou redukci. V SCR katalyzátoru jsou NO_x pomocí redukčního činidla, které je rozprašováno do výfukového potrubí těsně před katalyzátorem a tam jsou NO_x přeměňovány na N_2 a H_2O . Pro tuto reakci se používá čpavek (NH_3), který se získává z redukčního prostředku AdBlue, což je roztok močoviny ve vodě.

Pro snížení množství PM se používá filtr pevných částic (DPF – Diesel particulate filter). Filtr pevných částic je tvořen úzkými kanálky z karbidu křemíku v kovovém pouzdře. Kanálky s porézními stěnami jsou vzájemně propojeny a střídavě zaslepeny z obou stran (viz obr. 3.5). PM se během proudění přes filtr zachytí ve stěnách kanálků a přefiltrované zplodiny vycházejí do ovzduší.



Obr. 3.4: Zpětné vedení výfukových plynů

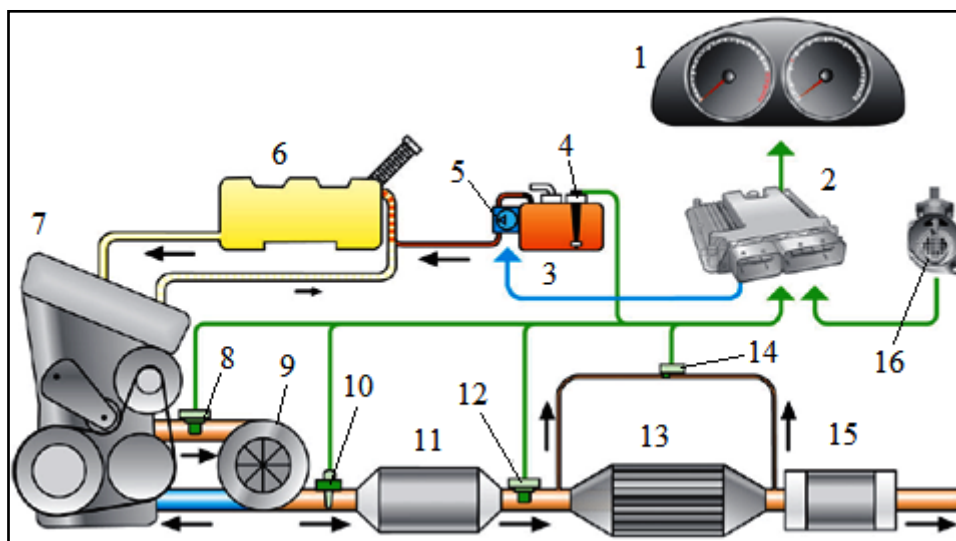
1. Snímač průtoku vzduchu, 2. Chladič, 3. Snímač tlaku, 4. Podtlaková pumpa, 5. EGR ventil, 6. Snímač teploty, 7. Snímač otáček, 8. Ovládací ventil, 9. ŘJ motoru



Obr. 3.5: Filtr pevných částic

Filtr se provozem zanáší a je zapotřebí zajistit jeho regeneraci. Míra zanesení filtru je zjišťována z rozdílu tlaků před filtrem a za filtrem. Regenerační proces spočívá ve spálení PM. Zápalná teplota PM je 600 – 650 °C, té se dosahuje zvýšením množství vstřikovaného

paliva a sekundárním vstřikem. Ke spálení PM se také využívá aditiv, které se řízeně přidávají do paliva a snižují zápalnou teplotu PM na 500 °C. Této regeneraci se říká aktivní a je plně řízena řídicí jednotkou motoru. Obecně platí, že je-li DPF daleko od motoru, je teplota spalin nízká, a je tedy potřeba použít aditivum. Vedle toho probíhá také regenerace pasivní, která je založena na přirozeném dosažení potřebné teploty pro spálení PM. Toho je dosahováno zejména při delších cestách a vyšším zatížení motoru. Filtr s uzavřenými kanálky má účinnost až 98 %. Existuje i systém, u kterého nejsou kanálky uzavřené. V tomto případě se PM zachycují pouze na stěnách kanálků. U tohoto DPF je daleko menší riziko zanesení a není proto zapotřebí aktivní regenerace, ta probíhá pouze pasivně. Účinnost je pouze 30 – 50 %.



Obr. 3.6: Systém s oxidačním katalyzátorem a filtrem PM s aditivem

1. ŘJ panelu přístrojů, 2. ŘJ motoru, 3. Zásobník aditiv, 4. Snímač množství aditiv, 5. Pumpa pro vstřik aditiv, 6. Palivová nádrž, 7. Motor, 8. Snímač teploty před turbem, 9. Turbo, 10. Širokopásmová lambda sonda, 11. Oxidační katalyzátor, 12. Snímač teploty před filtrem PM, 13. Filtr PM, 14. Snímač rozdílového tlaku, 15. Tlumič výfuku, 16. Snímač průtoku vzduchu

[VOŠ a SŠ automobilní Zábřeh, školící materiály, 2007]

4. Hodnocení vstřikovacích systémů z hlediska naměřených emisních hodnot

Pro zhodnocení a porovnání systému CR a PD jsem zvolil výsledky z měření emisí na SME č. 58.09.14 společnosti Autocentrum Zábřeh, s.r.o. Aby bylo hodnocení objektivní, zvolil jsem u obou skupin pouze vozidla kategorie M1 a N1, která plní emisní normu EURO 3. Jedná se tedy o vozidla vyrobená od roku 2001 do roku 2005. V hodnocení jsou použity pouze kladné výsledky z pravidelného měření emisí vozidel, která plní zmíněné podmínky za období dvou měsíců. Použil jsem pouze kladné výsledky proto, že je třeba při hodnocení dvou systémů vycházet pouze z výsledků měření vozidel, která nevykazují žádné závady v emisním systému. Kladný výsledek je takový, který plní podmínky dané platnou legislativou, a měření je prováděno dle metodického pokynu. Je zde také zohledněno opotřebení vozidel v podobě sledování počtu ujetých kilometrů.

4.1 Metodika měření emisí vznětových motorů

Metodika měření emisí je upravena vyhláškou č. 302/2001 Sb. O technických prohlídkách a měření emisí vozidel. Tento postup je třeba dodržovat, jinak by prováděné měření nemělo požadovanou přesnost, nebo by bylo zcela zkreslené.

- Kontrola úplnosti a těsnosti palivové, výfukové a sací soustavy.
- Kontrola funkce řídicího systému motoru.
- Kontrola seřízení motoru.
- Měření kouřivosti motoru a vyhodnocení naměřených hodnot.

Kontrola úplnosti a těsnosti palivové, výfukové a sací soustavy

Před měřením emisí musíme provést vizuální kontrolu palivové, výfukové a sací soustavy. Zda jsou systémy úplné, nebyly provedeny nějaké neoprávněné zásahy oproti původnímu provedení a zda jsou systémy těsné. Pokud by nebyly splněny tyto podmínky, není možné přistoupit k měření. Měření by v takovém případě mohlo být nepřesné anebo zcela zkreslené jak pozitivním, tak negativním směrem.

Kontrola funkce řídicího systému motoru

Tuto kontrolu provádíme napojením řídicí jednotky motoru pomocí diagnostické zásuvky a propojovacího kabelu na diagnostický přístroj, kterým vyčteme paměť závad. Pokud je paměť závad prázdná, postoupíme k dalšímu kroku. Pokud je zaznamenaná závada, je zapotřebí rozlišit, zda jde o závadu sporadickou nebo statickou (tuto informaci nám poskytuje diagnostický přístroj). Jedná-li se o závadu sporadickou, znamená to, že závada v současné době není (vyskytla se někdy v minulosti) a lze ji vymazat z paměti závad. Po vymazání pro kontrolu nastartujeme motor, necháme chvíli běžet v různých režimech a provedeme opětovné vyčtení paměti závad, zda se závada nezapíše znovu. Jde-li o závadu statickou (v současné době trvá a nelze ji vymazat), není možné pokračovat v měření emisí. Je zapotřebí nejprve závadu bezpečně identifikovat a lokalizovat a poté odstranit. Pokud by se provádělo měření emisí se zaznamenanými závadami, mohlo by být měření ovlivněné.

Kontrola seřízení motoru

U těchto moderních motorů nelze v podstatě v rámci servisní sítě nic seřizovat. Vše je nastaveno ve výrobě v téměř laboratorních podmínkách. Provádíme pouze kontrolu seřízení motoru, a to při zahřátí na provozní teplotu. Jedná se o kontrolu volnoběžných otáček, pravidelnosti chodu při volnoběžných otáčkách (kolísání) a maximálních otáček (kontrola funkce omezovače). Kontrola je prováděna již při napojení vozidla na zařízení pro měření emisí, jehož součástí je i snímač otáček motoru. Pokud jsou některé hodnoty mimo stanovené meze, jedná se o závadu a je potřeba ji nejdříve odstranit.

Měření kouřivosti motoru a vyhodnocení naměřených hodnot

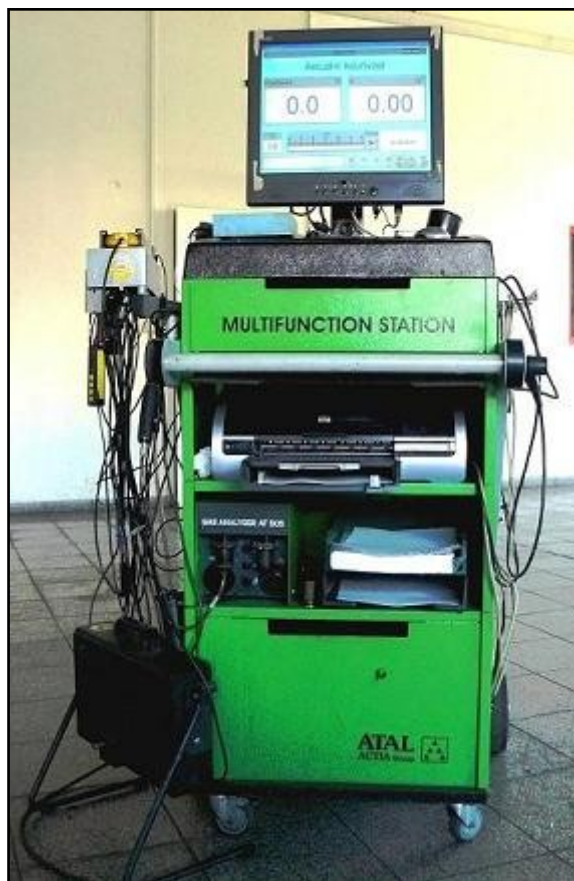
Měření emisí vznětových motorů spočívá v měření kouřivosti metodou volné akcelerace a porovnáním s hodnotami stanovenými výrobcem vozidla. Kouřivost vypovídá o emisním a tedy i o technickém stavu motoru a kvalitě spalování paliva. Kouřivost je vyjádřena koeficientem „ k “ [m^{-1}] (opacitou), což je schopnost pohlcovat světelné záření. Číslo tedy vyjadřuje propustnost světla sloupce výfukových plynů. Tato metoda není příliš dokonalá, protože některé škodlivé látky jsou bezbarvé.

4.2 Připojení vozidla na emisní stanici a měření emisí

Na motor vozidla připojíme snímač otáček a snímač teploty. V tomto případě je používán jako snímač otáček akustický snímač, který převádí akustické signály ze zapálení paliva na elektrický signál, z kterého jsou vypočítávány aktuální otáčky. Snímač je magnetický a je nutné ho připojit na magnetickou část motoru. Snímač teploty je sonda, která se zavádí do olejové lázně motoru místo kontrolní měrky množství oleje. Po nastartování motoru zkontrolujeme jeho teplotu (lze provádět měření emisí pouze na motoru zahřátém na provozní teplotu). Dále zkontrolujeme volnoběžné otáčky, jejich stálost a zda jsou v předepsaných mezích. Následuje kontrola maximálních omezovacích (přeběhových) otáček metodou volného plynulého akcelarování (plné sešlápnutí pedálu akcelérátoru). I tato hodnota musí být v zadaných mezích. Poté zasuneme sondu opacimetru do výfuku a provedeme takzvanou výplachovou akceleraci, která má zajistit propláchnutí potrubí a opacimetru před vlastním měřením, a tím zajistit co nejpřesnější hodnoty měření. Následuje vlastní měření kouřivosti, které se skládá ze čtyř po sobě jdoucích volných akcelerací, při kterých se měří čas akceleraace, kouřivost, čas volnoběžného chodu před další akcelerací, volnoběžné otáčky a otáčky omezovací. Pokud se nedodrží některý z parametrů, je měření vyhodnoceno jako nevyhovující. Kouřivost motoru nesmí překročit hodnotu stanovenou výrobcem vozidla. Výsledná hodnota kouřivosti je potom aritmetický průměr z těchto čtyř měření, která splnila zároveň podmínku, že rozpětí naměřených hodnot není větší než $0,25 \text{ m}^{-1}$.

4.3 Použité vybavení

Pro měření emisí jsem použil **multifunkční stanici ATAL**, kterou dodává ATAL spol. s r.o. Lesní 47, 390 01 Tábor – Horky, Česká republika (obr. 4.1). Pomocí této stanice lze měřit emise vznětových i zážehových motorů a také kontrolovat paměť závad řídicích jednotek motorů.



Obr. 4.1: Multifunkční stanice ATAL

Složení **multifunkční stanice ATAL**:

- PC, software - Windows XP
- Zařízení pro diagnostikování závad v řídicí jednotce – ACTIA ATAL, software - MULTI-DI@G 8.1
- Zařízení pro měření kouřivosti – OPACIMETER AT 605, software – AT 605 2000 1.21

OPACIMETER AT 605 obsahuje:

Vzorkovací jednotku LCS 2400 s přenosným stojanem

Odběrovou sondu průměr 10 mm

Modul snímání otáček

Snímač teploty oleje

Dálkový ovladač

Přístroj používá pro měření kouřivosti opacitní metodu, která je založena na měření optického útlu světla procházejícího sloupcem měřených spalín v měrné kyvetě. Jsou zde realizovaná ustálená i akcelerační měření. Během testu přístroj registruje volnoběžné a přeběhové otáčky motoru, špičkové hodnoty kouřivosti a doby akcelerace. Je určen a schválen pro emisní stanice a servisní pracoviště vznětových i zážehových motorů.

Měřený parametr	Rozsah	Rozlišení	Chyba měření
Absorpční koeficient (k)	0 - ∞ m ⁻¹	0,01 m ⁻¹	±0,15 m ^{-1*}), ±0,30 m ^{-1**)}
Opacita (N)	0 – 100 %	0,1 %	±2 % absolutní
Teplota oleje	0 – 150 °C	1 °C	±2 °C
Otáčky	400 – 9999 min ⁻¹	10 min ⁻¹	±20 min ⁻¹
Doba akcelerace	0 – 99,99 s	0,1 s	±0,2 s
Akcelerační měření dle EHK č. 24, příloha č.8			

*) v rozsahu 0,0 – 2,5 m⁻¹**) v rozsahu 2,5 – 4,0 m⁻¹

Příkon vzorkovací jednotky	230 V AC +10 % / -15 %; 0,78 A, 50/60 Hz
Teplota měřicí kyvety	75 °C ±1 °C
Efektivní délka kyvety	364 mm
Doba náběhu	15 min při 20 °C
Provozní teplota	+5 až +40 °C
Provozní vlhkost	0 až 95 % nesrážlivá
Skladovací teplota	-32 až 50 °C
Komunikační rozhraní	USB 2.0

Tab. 4.1: Technické údaje opacimetru AT 605

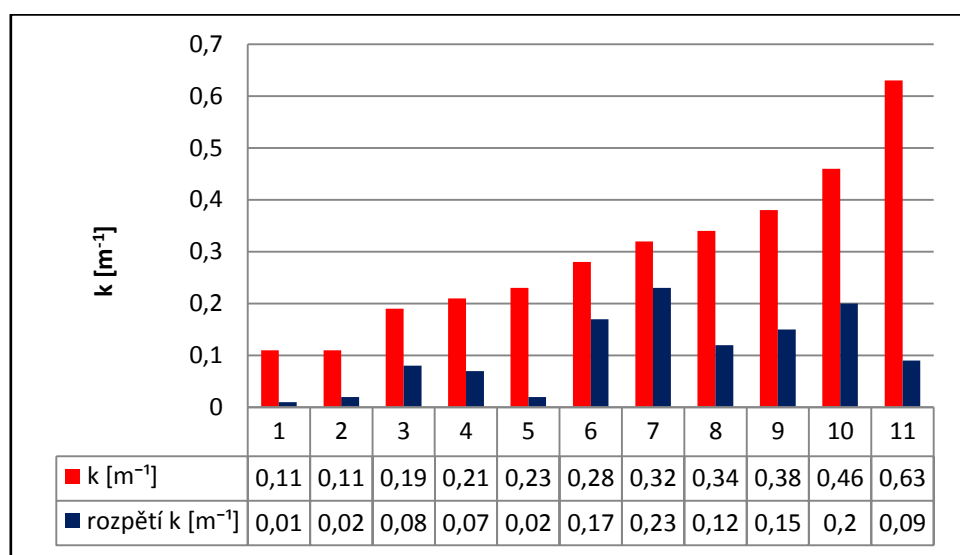
[údaje výrobce zařízení]

4.4 Výsledky a porovnání měření emisí obou systémů

Výsledky z měření emisí jsou ve formě protokolů o měření emisí dle platné legislativy. Z protokolů jsou pro přehlednost v tabulce 4.2 a 4.3 použity pouze naměřené hodnoty kouřivosti a její rozpětí, stáří vozidla a počet najetých kilometrů v době měření. Veškeré použité protokoly jsou uvedeny v přílohách. Naměřené hodnoty se mohou lišit dle údajů výrobce měřicího zařízení v rozsahu $\pm 2\%$.

Značka	Typ	rok výroby	km	k [m^{-1}]	rozpětí k [m^{-1}]
ŠKODA	SUPERB	2004	163200	0,63	0,09
AUDI	A4	2005	140000	0,28	0,17
ŠKODA	OCTAVIA	2005	230000	0,11	0,02
VOLKSWAGEN	CADDY	2005	174700	0,19	0,08
VOLKSWAGEN	GOLF	2003	250650	0,21	0,07
VOLKSWAGEN	PASSAT	2005	147930	0,32	0,23
VOLKSWAGEN	GOLF	2002	140400	0,11	0,01
ŠKODA	SUPERB	2005	222100	0,23	0,02
SEAT	ALHAMBRA	2001	206300	0,46	0,20
VOLKSWAGEN	SHARAN	2005	198200	0,38	0,15
VOLKSWAGEN	GOLF	2003	145300	0,34	0,12
průměr		2003,909	183525,5	0,296364	0,105455

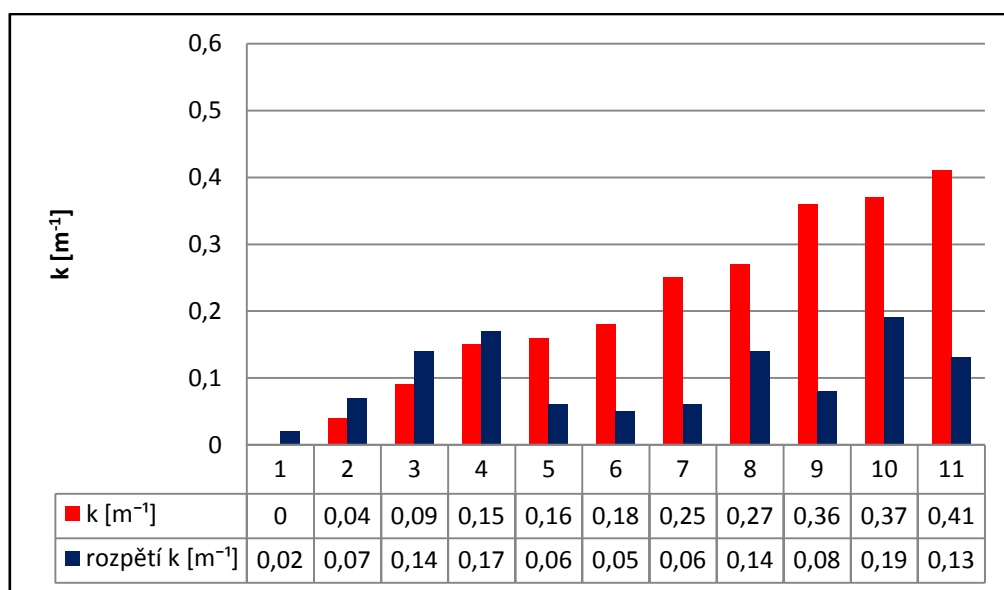
Tab. 4.2: Výsledky z měření emisí vozidel s motory, u kterých je použit systém PD



Obr. 4.2: Výsledky z měření emisí u vozidel se systémem PD seřazeny vzestupně dle hodnoty „k“

Značka	Typ	rok výroby	km	k [m ⁻¹]	rozpětí k [m ⁻¹]
VOLVO	S80	2004	223050	0,16	0,06
BMW	525D	2004	174800	0	0,02
FORD	FOCUS	2004	193560	0,41	0,13
MERCEDES	C220 CDI	2005	223300	0,09	0,14
VOLVO	V50	2005	180200	0,15	0,17
RENAULT	MEGANE	2005	174100	0,37	0,19
VOLVO	XC 90	2005	294500	0,27	0,14
FORD	TRANSIT	2003	393000	0,25	0,06
MERCEDES	VITO	2002	274100	0,18	0,05
FORD	TRANSIT	2004	132030	0,36	0,08
BMW	530D	2001	145200	0,04	0,07
průměr		2003,818	218894,5	0,207273	0,100909

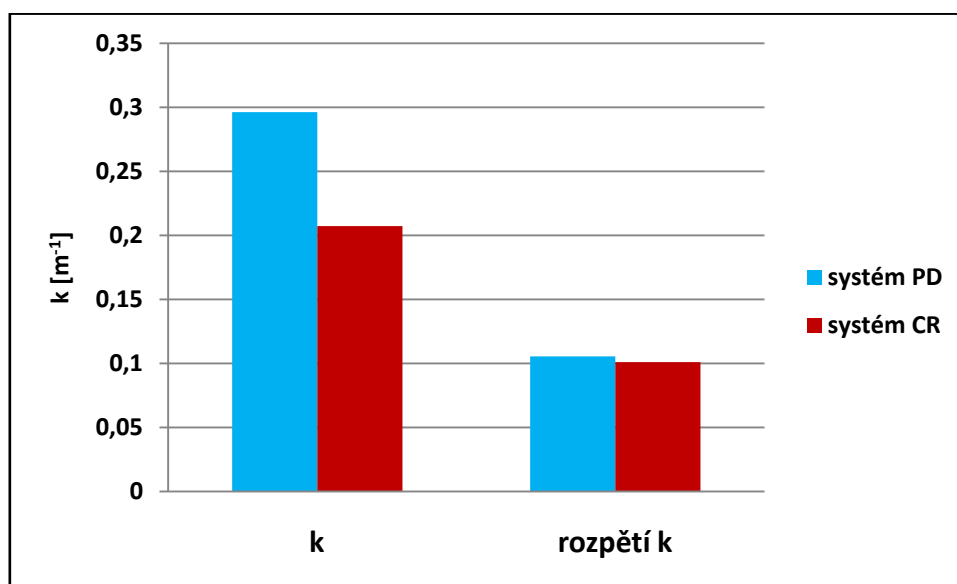
Tab. 4.3: Výsledky z měření emisí vozidel s motory, u kterých je použit systém CR



Obr. 4.3: Výsledky z měření emisí u vozidel se systémem CR seřazeny vzestupně dle hodnoty „k“

	systém PD	systém CR	Rozdíl (PD-CR)
rok výroby	2003,909	2003,818	0,091
km	183525,5	218894,5	-35369
k [m ⁻¹]	0,296364	0,207273	0,089091
rozpětí k [m ⁻¹]	0,105455	0,100909	0,004546

Tab. 4.4: Porovnání obou systémů



Obr. 4.4: Grafické porovnání průměrných hodnot „k“ a rozpětí „k“ u obou systémů

Přesto, že jsou oba systémy z hlediska tvorby směsi a řízení spalovacího procesu považovány za rovnocenné a oba plní stejné emisní limity dané legislativou, je zde patrný rozdíl. Z porovnání průměrných emisních hodnot obou systémů vycházejí lepší hodnoty u systému CR, přestože je u systému CR v průměru najeto asi o 35 000 km více, je hodnota „k“ oproti systému PD lepší asi o 30 % a rozpětí „k“ o 4,3 %.

5. Hodnocení vstřikovacích systémů z hlediska výskytu závad a náročnosti jejich oprav

Pro zhodnocení systémů z hlediska jejich poruchovosti a náročnosti jejich oprav jsem vycházel ze zkušeností Jiřího Zugaru mistra Diesel centra BOSCH Servisu pod společností PAS Zábřeh na Moravě, a.s. Toto centrum se zabývá opravami a seřizováním vstřikovacích systémů vznětových motorů již od svého vzniku v polovině devadesátých let. V současné době provádí záruční a pozáruční servis systémů BOSCH, DELPHI, DENSO, ZEXEL a SIEMENS-VDO.

Aby bylo možné tyto systémy objektivně porovnávat, zařadil jsem proti PD jednotkám do srovnávání vysokotlaké čerpadlo a vstřikovací ventily systému CR. Oba tyto systémy jsou plně elektronicky řízeny a musí pracovat s vysokou přesností a velkými tlaky. Z těchto důvodů jsou zde reálné jak závady na elektrických, tak mechanických částech. Ovšem nejčastěji objevované závady u obou systémů jsou mechanického charakteru, jsou způsobeny nečistotami v palivu a použitím nekvalitního paliva s malou mazací schopností. Dochází tím k nadměrnému opotřebení a vzniku netěsností nebo zadření u všech pohyblivých částí. Vlivem nečistot v palivu dochází také k zanesení filtrů nebo ucpání trysek, čímž může být ochromena funkce celých vstřikovacích ventilů. (**Pozn.** Nečistoty v palivu, o kterých se zmiňuji, nejsou způsobeny špatnou základní filtrací, ta je poměrně dokonalá. Tyto nečistoty vznikají za hlavním filtrem z opotřebení pohyblivých částí systému, jedná se tedy o jemné kovové částičky.)

Než začneme jeden ze srovnávaných systémů považovat za více či méně poruchový, je zapotřebí si uvědomit, že počet automobilek, které používají systém CR, je větší než počet automobilek, které využívají systém PD, což by mohlo objektivnost posouzení zkreslovat. Na druhé straně je systém PD používán v celé skupině Volkswagen, tedy i ve vozech Škoda, které patří k nejčastěji registrovaným vozidlům u nás.

Dle zkušeností servisu je přesto četnost poruch u systému CR výrazně vyšší. Také kilometry, při kterých dochází nejčastěji k poruchám, znevýhodňuje systém CR. Zatímco u systému PD dochází nejčastěji k závadám kolem 200 tisíc najetých kilometrů, u systému CR je tomu mezi 120 až 150 tisíci.

5.1 Objevující se závady systému CR

Vysokotlaké čerpadlo

U vysokotlakých čerpadel dochází nejčastěji k vzniku netěsností mezi pístem a stěnou válce a u sacích a výtlačných ventilů. Tyto závady se opravují výměnou elementů a ventilů čerpadla, které se dodávají jako sada. Často také dochází k úniku paliva pod hlavami čerpadla, což je možno opravit jednoduchou výměnou těsnění. Přibližně stejně často dochází k ucpání mikrofiltru, který je součástí ventilu dávkování paliva. Proto je bohužel při této závadě potřeba vyměnit celý ventil. Naopak téměř vůbec nebo jen minimálně dochází k poškození hřídele čerpadla. Tyto závady, které mají za následek ztrátu tlaku a dodávání menšího množství paliva, se projevují obtížnými starty anebo motor nelze vůbec nastartovat. Nelze také dosáhnout plného výkonu motoru a řídicí jednotka hlásí závadu „malý tlak“. I když se tyto závady na čerpadle vyskytují jednotlivě, je to vždy známka vyššího stupně opotřebení a je vhodné a servisem doporučováno provést generální opravu s následným testem na zkušebním stavu.

Vstřikovací ventily

Nejčastější závadou vstřikovacích ventilů je netěsnost mezi vysokotlakou částí a zpětným vedením paliva. Tato netěsnost vzniká v ovládacím ventilu, kolem vedení jehly trysky a kolem vedení rozpěrky. Dochází také k netěsnosti samotné trysky, kdy palivo neřízeně uniká do spalovacího prostoru. Tyto závady způsobují špatné rozprášení a nepřesné množství vstřikovaných dávek. Projevují se obtížnými starty, nepravidelným chodem, zvýšenou spotřebou a zvýšenou kouřivostí motoru. Při velké netěsnosti trysky dochází k protékání paliva přes píst a pístní kroužky do olejové náplně, což způsobuje zvyšování hladiny oleje a jeho znehodnocování. Následně pak může dojít i k vážnému poškození (zadření) motoru. Tyto závady se opravují výměnou trysky, výměnou elementu ovládacího ventilu a zabroušením jeho sedla na speciálním přípravku. Dalším neméně významným problémem je demontáž vstřikovacích ventilů. Často se stává, že vlivem třeba jen malé netěsnosti unikají ze spalovacího prostoru kolem vstřikovacího ventilu spaliny a vznikne tzv. zapečení, nebo vlivem vlhkosti dojde k zarezivění vstřikovacího ventilu. V obou těchto případech pak dochází k velkým komplikacím při demontáži, které mohou končit demontáží a frézováním hlavy válců, což opravu značně prodraží. U ovládacích prvků, ať už jsou použity elektromagnety nebo piezoelektrické nastavovače, dochází k závadám jen výjimečně.

5.2 Objevující se závady systému PD

Už z konstrukce systému PD vyplývá, že oproti systému CR je namáháno vysokým tlakem méně částí, což by mělo logicky vést k menší poruchovosti. Jsou tu ovšem jiné konstrukční prvky, které naopak u systému CR nejsou, a právě ty se významně podílejí na poruchách. Je to zejména skutečnost, že přívod i zpětné vedení paliva pro PD jednotky je provedeno v hlavě válců a celé PD jednotky jsou pod víkem ventilů. Z toho plyne potřeba utěsnit mezi sebou hned několik prostorů (viz obr. 1.3 – O-kroužky). Nejčastější závadou je právě porušení těsnosti mezi přívodem a zpětným vedením paliva. To způsobí nesprávné dávky a projevuje se obtížnými starty, nepravidelným chodem a případně i zvýšenou kouřivostí. Často také dochází k úniku spalín do prostoru přívodu paliva, čímž dochází k zavzdušňování PD jednotky, a způsobuje opět špatné dávkování. V těchto případech se při opravě mění všechna těsnění na PD jednotce, čímž se zároveň eliminuje únik paliva do oleje. Vznik netěsností není způsoben jen stárnutím těsnění, je také z velké části způsoben dynamickým namáháním od vačkového pohonu. PD jednotky se tak mohou uvolnit a poškodit hlavu válců natolik, že je nutná její výměna.

Další významné problémy vznikají na elektrickém vedení k PD jednotkám, které je v neustálém kontaktu s motorovým olejem. Velké teplotní rozdíly a vliv oleje způsobují rychlejší degradaci izolačních materiálů a následnou možnost vzniku zkratu, což se projevuje výpadky ve vstřikování u jednotlivých válců.

Zvláštní kapitolou u PD systému je nadměrné opotřebení vstřikovacích váček. Vstřikovací váčky jsou namáhány daleko většími silami než váčky ventilové, proto byl právě pro motory se systémem vstřikování PD vyvinut speciální motorový olej (norma VW 505.01). Dá se tedy říct, že k nadměrnému opotřebení váček dochází při používání nesprávného motorového oleje. Proto tuto závadu nelze považovat za nevýhodu oproti systému CR.

Další závady vznikající ve vnitřních částech PD jednotky, tedy tryska, ovládací ventil a čerpadlová část jsou obdobné jako u systému CR (viz kap. 5.1). Ovládací prvky jsou používány stejně jako u systému CR a k závadám také dochází jen zřídka.

5.3 Náročnost oprav

Vstřikovací systémy se skládají z velice přesných a jemných mechanických součástí. Při opravách se často využívá i mikroskopu. Je proto velice důležité při práci dodržovat určité zásady. Některé přesné součásti, jako například trysky, může poškodit kontakt s lidskou pokožkou nebo se vzdušnou vlhkostí a prachem. Proto se doporučuje s těmito součástmi pracovat pouze pod hladinou čisté nafty.

Při srovnávání obou systémů z hlediska náročnosti oprav musíme vzít v úvahu složitost demontáže jednotlivých komponentů, možnosti dostupnosti jednotlivých dílů a jejich ceny a náročnost při seřizování a zkoušení. U systému CR jsou vstřikovací ventily přístupnější na demontáž než PD jednotky. Na druhé straně u PD jednotek nedochází při demontáži ke komplikacím, které jsou popsány v kap. 5.1. Při demontáži PD jednotky je také současně demontované i vysokotlaké čerpadlo. Dle zkušeností Jiřího Zugara je vždy rychlejší a jednodušší demontáž PD jednotek než vstřikovacích ventilů a vysokotlakého čerpadla u systému CR.

Co se týče dostupnosti jednotlivých náhradních dílů, je situace různá dle konkrétních výrobců a typů systémů. Obecně platí, že je téměř vždy možné objednat trysky, elementy ovládacího ventilu a sadu těsnění. Často je možné objednat i ostatní díly jak vstřikovacích ventilů CR, tak PD jednotek, ale rozsáhlejší opravy by se většinou prodražily natolik, že by se blížily ceně nového komponentu. Při seřizování a zkoušení nejsou mezi systémy výrazné rozdíly. Pouze při testu na zkušební stoličce je výhoda pro vstřikovací ventily CR, kdy je možné testovat až šest vstřikovačů současně.

Pro konkrétní srovnání finančních nákladů při opravách vstřikovacích systémů jsem ze systému CR vybral motor 2.0 HDI používaný ve vozidlech PEUGEOT a CITROËN a ze systému PD motor 1.9 TDI používaný ve vozidlech skupiny Volkswagen. U opravy vysokotlakého čerpadla se jedná o generální opravu, u opravy vstřikovacích ventilů a PD jednotek jde o opravu v rozsahu výměny trysky, případně elementu ovládacího ventilu a zabroušením jeho sedla. Vše je následně dynamicky přezkoušeno na zkušebním stavu. U výměnného programu je nutno vrátit kompletní z vnějšku nepoškozený díl.

Systém CR				
	Oprava	Nový	Výměnný program	Ks
Vysokotlaké čerpadlo	14 400,00 Kč	21 300,00 Kč	16 450,00 Kč	1
Vstřikovací ventil	3 600,00 Kč	10 780,00 Kč	8 550,00 Kč	4
Celkem	28 880,00 Kč	64 420,00 Kč	50 650,00 Kč	
Systém PD				
PD jednotka	4 270,00 Kč	21 960,00 Kč	14 810,00 Kč	4
Celkem	17 080,00 Kč	87 840,00 Kč	59 240,00 Kč	

Tab. 5.1: Porovnání finančních nákladů při opravách vstřikovacích systémů

[Ceny dle Diesel centra PAS ke dni 9.3.2012]

5.4 Zkušební zařízení

Pro zkoušení součástí vstřikovacích systémů se ve zmíněném Diesel centru používají zkušební stavy. Pro testování vstřikovacích ventilů a vysokotlakých čerpadel systému CR se používá zařízení BOSCH EPS 815 (obr. 5.1) a pro testování PD jednotek zařízení HARTRIDGE AVM2-PC (obr. 5.2). Oba tyto zkušební stavy dovedou simulovat stejné provozní podmínky, ke kterým dochází při reálném provozu motoru. Jde tedy o dynamickou zkoušku. Z důvodu dodržení přesnosti parametrů při zkoušce se nepoužívá nafta, ale zkušební kapalina. Proto před samotným měřením proběhne na zkušebním stavu krok „čištění“. To znamená, že zkoušené komponenty po určitou dobu pracují a tím se propláchnou. Před namontováním zkoušeného komponentu na zkušební stav jej musíme očistit a zkontrolovat, zda není zjevně mechanicky poškozen. Následně musíme do softwaru zkušebního stavu zadat informace o zkoušeném komponentu. Dle zadaných informací jsou ke zkoušenému komponentu přiřazeny jednotlivé parametry, na základě kterých probíhá zkoušení a vyhodnocování jeho stavu. U vysokotlakých čerpadel systému CR je sledováno množství zkušební kapaliny za časovou jednotku, které je schopno dodávat pod určitým tlakem. U vstřikovacích ventilů CR a PD jednotek je sledováno množství vstřikované dávky.



Obr. 5.1: Zkušební stav BOSCH EPS 815



Obr. 5.2: Zkušební stav HARTRIDGE AVM2-PC

Při testech se používá stejně vysoký tlak jako při reálném provozu motoru. Takto vysoký tlak kapaliny je velice nebezpečný a může způsobit velmi těžká zranění. Proto je třeba při práci na zkušebním stavu používat veškerá krycí zařízení.

6. Závěr

Cílem této práce bylo provést technicko – provozní hodnocení vstřikovacích systémů vznětových motorů. Vzhledem k tomu, jakým tempem šel vývoj vznětových motorů z důvodu zpřísnování emisních limitů, jsem zvolil pro hodnocení vstřikovací systémy takové, které jsou v současné době těmi nejvyspělejšími. Přirozeně jsem tedy zvolil systém se sdruženými vstřikovacími jednotkami PD a systém s tlakovým zásobníkem CR. Při hodnocení těchto systémů jsem vycházel z vlastních zkušeností z autoopravárenství a diagnostiky a využil jsem technického vybavení, které mi poskytl zaměstnavatel. Pro hodnocení pro mne bylo důležité hledisko využití paliva, což jsem provedl pomocí porovnání výsledků z měření emisí. Emise neukazují pouze na ekologickou zátěž životního prostředí, ale vypovídají také o dokonalosti spalovacího procesu, tedy stavu, kdy dosahujeme u motoru nejvyššího výkonu při nejnižší spotřebě. Dále jsem systémy hodnotil z hlediska složitosti konstrukce, a tím i náročnosti oprav.

V první části hodnocení byl výsledek velmi překvapivý. Přesto, že všechny použité výsledky z měření emisí byly zastoupeny pouze vozidly, která plní stejnou emisní normu (EURO 3), byl průměrný výsledek emisí výrazně nižší u vozidel se systémem CR. To vypovídá o lepší kvalitě připravované směsi a tím i o dokonalejším spalování. Dá se předpokládat, že je to díky vícenásobnému dělení a přesnosti vstřikované dávky. V další části hodnocení „složitosti konstrukce“ vítězí jednoznačně systém PD. Přestože jsou PD jednotky na první pohled hůře přístupné, při jejich demontáži a montáži stráví mechanik daleko méně času než při výměně vstřikovacích ventilů a vysokotlakého čerpadla systému CR. Také při opravách, seřizování a testování je kompaktnost PD jednotek výhodou.

Co se týče srovnání finančních nákladů při opravách a výměně jednotlivých komponentů, je výhodnější systém CR. U výměnného programu je levnější o 8 590 Kč, u nových komponentů dokonce o 23 420 Kč. Při srovnávání cen oprav nelze započítat u systému CR cenu opravy vysokotlakého čerpadla, protože čerpadlovou část u PD jednotek nelze v servisní síti opravovat. Tedy i při opravách je levnější systém CR. Takto velké cenové rozdíly poněkud zastiňují skutečnost, že spolehlivost je dle zkušeností zmíněného servisu u systému PD lepší. Jaký je tedy výsledek porovnání obou systémů? Zdá se, že z výsledku tohoto hodnocení jsou všechna pro i proti vyrovnaná. Je ovšem potřeba se zamyslet nad vážností některých hodnocení. Zejména otázka ekologická a ekonomická je v dnešním automobilovém průmyslu velmi důležitá. Proto jsem přesvědčen, že výrazně lepší výsledky z měření emisí a menší finanční náklady při opravách u systému CR předčí náročnější opravy a menší

spolehlivost. Osobně jsem zastáncem systému CR. Systém, který má jen jedno vysokotlaké čerpadlo a zásobník tlakového paliva, který umožňuje díky elektronickému řízení okamžité vstřikování paliva bez ohledu na aktuální polohu klikového hřídele, mi připadá z konstrukčního hlediska jednodušší a dokonalejší. Také výrobci osobních vozidel v současné době využívají téměř výhradně systém CR. Díky tomu dochází k neustálému vývoji a poslední generace systému CR umožňuje pracovat s tlakem až 250 MPa, čímž překonává i poslední generaci systému PD. Takovéto motory, které jsou navíc vybaveny zařízením k následné úpravě výfukových plynů (viz kap. 3.2), plní ty nejprísnejší emisní limity. Není žádnou výjimkou, když tato vozidla při pravidelném měření emisí vykazují při všech čtyřech akceleracích hodnotu kouřivosti $0,00 \text{ m}^{-1}$. Dalo by se tedy říct, že jsou tato vozidla, co se týče emisí, téměř dokonalá. Není to ale tak docela pravda. Některé technologie ke snižování škodlivých emisí a navyšování hmotnosti vozidel způsobují oproti starším vozidlům nárůst spotřeby paliva, a tedy i nárůst produkce tak často zmiňovaného oxidu uhličitého. Je tedy otázkou, kterým směrem půjde vývoj automobilových pohonů. Některé směry jsou založeny na odstoupení od uhlovodíkových paliv, jako elektromobily a vodíkové pohony. Jiné setrvávají u fosilních paliv a zaměřují se na levnější plynné látky (LPG a CNG). Další možnosti jsou v biopalivech, tedy především ethanolu a bionaftě. Jejich výroba je ale energeticky náročnější, a tedy i dražší než fosilní paliva a ekologický přínos je sporný. Některé studie dokonce dokládají, že při používání bionafty místo klasické nafty vzroste produkce skleníkových plynů dvojnásobně. Osobně jsem zastáncem širšího rozvoje, který by snížil závislost na ropě, ale nemyslím, že je správné tyto projekty při uvádění do masovějšího používání výrazně daňově či dotačně zvýhodňovat, jak je tomu například u bionafty.

Seznam použitých podkladů a literatury

- [1] Pošta, J; a kolektiv: Opravárenství a diagnostika III. Praha: Informatorium 2003, ISBN 80-7333-017-2
- [2] Ferenc, B.: Spalovací motory. Praha: Computer Press 2004, ISBN 80-251-0207-6
- [3] Křivda, V., Široký, J.: Zpracování podkladů pro projekty a diplomové práce, skriptum VŠB – TU Ostrava, FS, 2006, ISBN 80-248-1269-X
- [4] Vyhláška č. 302/2001 Sb. O technických prohlídkách a měření emisí vozidel
- [5] Robert Bosch odbytová s.r.o., školící materiály, 2007
- [6] Robert Bosch odbytová s.r.o. Vznětové motory, 2009
- [7] VOŠ a SŠ automobilní Zábřeh, školící materiály, 2004
- [8] VOŠ a SŠ automobilní Zábřeh, školící materiály, 2007
- [9] Škoda Auto, a.s., školící materiály, 2009
- [10] Wikipedie, otevřená encyklopedie. Dostupné na WWW:
< http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavní_strana>
- [11] Složení vozového parku v ČR, 2011. Dostupné na WWW:
<<http://www.autosap.cz/sfiles/a1-9.htm>>
- [12] Autodata CD Mechanik/CZ – kompletní dokumentace vozidel
- [13] ZTP verze 5.0 – základní technický popis vozidel
- [14] Bosch ESI [tronic] – elektronický systém informací

Poděkování

Hlavní poděkování bych chtěl vyjádřit svým rodičům, kteří mě ve vzdělávání podporují. Děkuji také vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Michalu Richtárovi za vstřícný přístup a poskytnutí nezbytných informací pro tvorbu této práce. Dále děkuji jednateři společnosti Autocentrum Zábřeh s.r.o. Josefu Kašparovi za umožnění využít vybavení stanice měření emisí. Rovněž děkuji Jiřímu Zugarovi, mistrovi Diesel centra BOSCH, za poskytnuté informace o opravách a seřizování vstřikovacích systémů.

Přílohy

Informace k přílohám

V příloze č. 1 jsou protokoly o měření emisí vozidel se systémem vstřikování PD.

V příloze č. 2 jsou protokoly o měření emisí vozidel se systémem vstřikování CR.

V příloze č. 3 je osvědčení o odborné způsobilosti k měření emisí vozidel se vznětovým motorem.

Příloha č. 1



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.

58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 468/11N o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: Osobní
Typ vozidla: SUPERB	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: AVF	Registrační značka: 3M3 2735
Výrobní č. mot.: *)	Rok výroby(1.registrace): 2004
Stav počítáče ujeté vzdálenosti: 163200 km	Druh paliva: NM
Typ emisního systému: Rízený	

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min ⁻¹]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	800 - 950	880
Maximální	4900 - 5300	5040

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m ⁻¹]		0,60
Hodnota kouřivosti [m ⁻¹]	dovolená	1,10
	naměřená	0,63
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m ⁻¹]	dovolená	0,25
	naměřená	0,09

Použitý kouřoměr (výrobce, typ): Atal 605, Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje** Číslo osvědčení o ME: **EDB 186705**
 Příští měření emisí v termínu **do 04.04.2013** Kontrolní nálepka **byla přidělena**
 Měření emisí provedl **Lolek Karel**, osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **04.04.2011**

Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.

58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 492/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	Audi	Druh vozidla:	Osobní
Typ vozidla:	A4	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru:	AVF	Registrační značka:	3M0 9296
Výrobní č. mot.:		Rok výroby(1.registrace):	2005
Stav počítáče ujeté vzdálenosti:	140000 km	Druh paliva:	NM
Typ emisního systému:	Řízený		

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min ⁻¹]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	800 - 900	880
Maximální	4700 - 5200	5090

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m ⁻¹]		0,60
Hodnota kouřivosti [m ⁻¹]	dovolená	1,10
	naměřená	0,28
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m ⁻¹]	dovolená	0,25
	naměřená	0,17

Použitý kouřoměr (výrobce, typ) : Atal 605, Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 06.04.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDB678244**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
,osvědčení ev. č. **BN A 1655**

Datum provedení měření emisí: **06.04.2011**

Za správnost:

razítko

podpis

^{*)} Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla

Zpracováno programem firmy TEAS Zlín



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.
58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 499/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	Škoda	Druh vozidla:	Osobní
Typ vozidla:	Octavia	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru :	BJB	Registrační značka:	2T8 3757
Výrobní č. mot.: *)		Rok výroby(1.registrace):	2005
Stav počítací ujeté vzdálenosti:	230000 km	Druh paliva:	NM
Typ emisního systému:	Řízený		

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min -1]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	750 - 930	830
Maximální	4750 - 5150	4990

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m -1]		0,80
Hodnota kouřivosti[m-1]	dovolená	1,30
	naměřená	0,11
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m-1]	dovolená	0,25
	naměřená	0,02

Použitý kouřoměr (výrobce,typ) : Atal 605,Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 08.04.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDB678302**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
,osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **08.04.2011**

Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.

58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 585/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: VW	Druh vozidla: NÁKLADNÍ
Typ vozidla: CADDY	Kategorie vozidla: N1
Typ motoru: BJB	Registrační značka: 3M8 1616
Výrobní č. mot.: 7	Rok výroby(1.registrace): 2005
Stav počítáče ujeté vzdálenosti: 174700 km	Druh paliva: NM
Typ emisního systému: Řízený	

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídící jednotkou	Bez závad

Otáčky [min ⁻¹]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	800 - 1000	830
Maximální	4650 - 5050	4940

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m ⁻¹]		0,80
Hodnota kouřivosti [m ⁻¹]	dovolená	1,30
	naměřená	0,19
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m ⁻¹]	dovolená	0,25
	naměřená	0,08

Použitý kouřoměr (výrobce, typ) : Atal 505, Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 26.04.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDB757035**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **26.04.2011**
Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla

Zpracováno programem firmy TEAS Zlín



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.
58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 627/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: VOLKSWAGEN	Druh vozidla: Osobní
Typ vozidla: GOLF	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru : ATD	Registrační značka: 1M5 9229
Výrobní č. mot.:*)	Rok výroby(1.registrace) 2003
Stav počítáče ujeté vzdálenosti: 250650 km	Druh paliva: NM
Typ emisního systému: Řízený	

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min ⁻¹]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	860 - 940	900
Maximální	4800 - 5200	4840

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m ⁻¹]		0,80
Hodnota kouřivosti[m ⁻¹]	dovolená	1,30
	naměřená	0,21
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m ⁻¹]	dovolená	0,25
	naměřená	0,07

Použitý kouřoměr (výrobce,typ) : Atal 605,Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:
ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 04.05.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDB 098768**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
,osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **04.05.2011**

Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.
58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 636/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	VOLKSWAGEN	Druh vozidla:	Osobní
Typ vozidla:	PASSAT	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru :	AWX	Registrační značka:	2M3 7771
Výrobní č. mot.:	*	Rok výroby(1.registrace)	2005
Stav počítadla ujeté vzdálenosti:	147930 km	Druh paliva:	NM
Typ emisního systému:	Řízený		

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min ⁻¹]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	800 - 950	830
Maximální	4900 - 5300	5100

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m ⁻¹]		0,90
Hodnota kouřivosti [m ⁻¹]	dovolená	1,40
	naměřená	0,32
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m ⁻¹]	dovolená	0,25
	naměřená	0,23

Použitý kouřoměr (výrobce,typ) : Atal 605,Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:
ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 04.05.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDA 0558197**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
,osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **04.05.2011**
Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla

Zpracováno programem firmy TEAS Zlín



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.

58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 639/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	Volkswagen	Druh vozidla:	Osobní
Typ vozidla:	Golf	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru :	AXR	Registrační značka:	3M8 1006
Výrobní č. mot.:	*)	Rok výroby(1.registrace):	2002
Stav počítáče ujeté vzdálenosti:	140400 km	Druh paliva:	NM
Typ emisního systému:	Řízený		

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min -1]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	750 - 1000	900
Maximální	4400 - 5000	4960

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m -1]		0,80
Hodnota kouřivosti [m-1]	dovolená	1,30
	naměřená	0,11
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m-1]	dovolená	0,25
	naměřená	0,01

Použitý kouřoměr (výrobce,typ) : Atal 605,Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje** Číslo osvědčení o ME: **EDB331932**
Příští měření emisí v termínu **do 05.05.2013** Kontrolní nálepka **byla přidělena**
Měření emisí provedl **Lolek Karel** ,osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **05.05.2011**

Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.
56.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 665/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	Škoda	Druh vozidla:	Osobní
Typ vozidla:	Superb	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru :	AWX	Registrační značka:	4M4 2047
Výrobní č. mot.: ^{*)}		Rok výroby(1.registrace):	2005
Stav počítadla ujeté vzdálenosti:	222100 km	Druh paliva:	NM
Typ emisního systému:	Řízený		

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (slav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min -1]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	800 - 950	830
Maximální	4650 - 5250	6130

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m -1]		0,60
Hodnota kouřivosti[m-1]	dovolená	1,10
	naměřená	0,23
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m-1]	dovolená	0,25
	naměřená	0,02

Použitý kouřoměr (výrobce,typ) : Atal 605,Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:
ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 10.05.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDC336583**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **10.05.2011**
Za správnost:

razítko

podpis

^{*)} Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.
55.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 695/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: Seat	Druh vozidla: Osobní
Typ vozidla: Alhambra	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: AUY	Registrační značka: 3M6 4559
Výrobní č. mot.:*)	Rok výroby(1.registrace): 2001
Stav počítací ujeté vzdálenosti: 206300 km	Druh paliva: NM
Typ emisního systému: Řízený	

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min ⁻¹]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	790 - 940	900
Maximální	4800 - 5200	4910

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m ⁻¹]		0,90
Hodnota kouřivosti[m ⁻¹]	dovolená	1,40
	naměřená	0,46
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m ⁻¹]	dovolená	0,25
	naměřená	0,20

Použitý kouřoměr (výrobce, typ): Atal 605, Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:
ne

Vozidlo z hlediska měření emisí vyhovuje	Číslo osvědčení o ME: EDB 175285
Příští měření emisí v termínu do 13.05.2013	Kontrolní nálepka byla přidělena
Měření emisí provedl Lolek Karel	osvědčení ev. č. BNA 1655

Datum provedení měření emisí: **13.05.2011**

Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.
58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 743/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	VOLKSWAGEN	Druh vozidla:	NÁKLADNÍ
Typ vozidla:	SHARAN	Kategorie vozidla:	N1
Typ motoru :	ASZ	Registrační značka:	3M7 6400
Výrobní č. mot.: *)		Rok výroby(1.registrace) :	2005
Stav počítadla ujeté vzdálenosti:	198200 km	Druh paliva:	NM
Typ emisního systému:	Řízený		

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min -1]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	790 - 940	900
Maximální	4800 - 5300	4950

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m -1]		0,70
Hodnota kouřivosti[m-1]	dovolená	1,20
	naměřená	0,38
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m-1]	dovolená	0,25
	naměřená	0,15

Použitý kouřoměr (výrobce,typ) : Atal 605,Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:
ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 23.05.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDB 678319**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **23.05.2011**
Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.

58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 757/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	VOLKSWAGEN	Druh vozidla:	Osobní
Typ vozidla:	GOLF VARIANT	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru :	ATD	Registrační značka:	3M3 6461
Výrobní č. mot.: *)		Rok výroby(1.registrace)	2003
Stav počítáče ujeté vzdálenosti:	145300 km	Druh paliva:	NM
Typ emisního systému:	Řízený		

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min -1]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	860 - 940	920
Maximální	4800 - 5200	4810

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m -1]		0,80
Hodnota kouřivosti[m-1]	dovolená	1,30
	naměřená	0,34
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m-1]	dovolená	0,25
	naměřená	0,12

Použitý kouřoměr (výrobce,typ) : Atal 605,Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 25.05.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDC 398908**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **25.05.2011**

Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla

Příloha č. 2



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.
58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 459/11N o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	VOLVO	Druh vozidla:	Osobní
Typ vozidla:	S80	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru :	D5244T	Registrační značka:	4M2 4475
Výrobní č. mot.:*)		Rok výroby(1.registrace):	2004
Stav počítadla ujeté vzdálenosti:	223050 km	Druh paliva:	NM
Typ emisního systému:	Řízený		

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min -1]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	650 - 750	700
Maximální	4800 - 5100	4850

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m -1]		0,90
Hodnota kouřivosti [m-1]	dovolená	1,40
	naměřená	0,16
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m-1]	dovolená	0,25
	naměřená	0,06

Použitý kouřoměr (výrobce, typ) : Atal 605, Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:
ne

Vozidlo z hlediska měření emisí vyhovuje	Číslo osvědčení o ME: EDA 926242
Příští měření emisí v termínu do 01.04.2013	Kontrolní nálepka byla přidělena
Měření emisí provedl Lolek Karel	osvědčení ev. č. BNA 1655

Datum provedení měření emisí: **01.04.2011**

Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.
58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 485/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: BMW	Druh vozidla: Osobní
Typ vozidla: 525	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: 25 6D2	Registrační značka: BEZ
Výrobní č. mot.: *	Rok výroby(1.registrace): 2004
Stav počítadla ujeté vzdálenosti: 174800 km	Druh paliva: NM
Typ emisního systému: Řízený	

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min -1]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	600 - 800	680
Maximální	3900 - 4100	3970

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m -1]		0,50
Hodnota kouřivosti [m-1]	dovolená	1,00
	naměřená	0,00
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m-1]	dovolená	0,25
	naměřená	0,02

Použitý kouřoměr (výrobce, typ) : Atal 605, Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:
ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 05.04.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDC336537**
Kontrolní nálepka **nebyla přidělena**
,osvědčení ev. č. **BN A 1655**

Datum provedení měření emisí: **05.04.2011**
Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla

Zpracováno programem firmy TEAS Zlín



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.
58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Losnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 562/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: Ford	Druh vozidla: Osobní
Typ vozidla: Focus	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: FFDA	Registrační značka: 4M0 8447
Výrobní č. mot.:*)	Rok výroby(1.registrace): 2004
Stav počítadla ujeté vzdálenosti: 193560 km	Druh paliva: NM
Typ emisního systému: Řízený	

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min ⁻¹]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	750 - 850	900
Maximální	4650 - 4950	4750

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m ⁻¹]		1,60
Hodnota kouřivosti [m ⁻¹]	dovolená	2,10
	naměřená	0,41
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m ⁻¹]	dovolená	0,25
	naměřená	0,13

Použitý kouřoměr (výrobce, typ): Atal 605, Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:
ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 20.04.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDB148697**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **20.04.2011**
Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.
58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 565/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: MERCEDES	Druh vozidla: Osobní
Typ vozidla: C220 CDI	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: 646.963	Registrační značka: 4M2 5243
Výrobní č. mot.: *)	Rok výroby(1.registrace): 2005
Stav počítáče ujeté vzdálenosti: 223300 km	Druh paliva: NM
Typ emisního systému: Řízený	

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min -1]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	680 - 800	800
Maximální	3900 - 4960	4730

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m -1]		1,30
Hodnota kouřivosti [m-1]	dovolená	1,80
	naměřená	0,09
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m-1]	dovolená	0,25
	naměřená	0,14

Použitý kouřoměr (výrobce,typ) : Atal 605,Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:
ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 20.04.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDB752362**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
osvědčení ev. č. **BN A 1655**

Datum provedení měření emisí: **20.04.2011**
Za správnost:

razítko

podpis

^{*)} Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla

Zpracováno programem firmy TEAS Zlín



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.
58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 606/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: VOLVO	Druh vozidla: Osobní
Typ vozidla: V50	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: D4204T	Registrační značka: 3M8 1024
Výrobní č. mot.: *)	Rok výroby (1. registrace): 2005
Stav počítadla ujeté vzdálenosti: 180200 km	Druh paliva: NM
Typ emisního systému: Řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min -1]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	750 - 850	850
Maximální	4800 - 5100	5020

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m -1]		1,33
Hodnota kouřivosti [m-1]	dovolená	1,83
	naměřená	0,15
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m-1]	dovolená	0,25
	naměřená	0,17

Použitý kouřoměr (výrobce, typ): Atal 605, Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:
ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 29.04.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDB 745326**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **29.04.2011**
Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla

Zpracováno programem firmy TEAS Zlín



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.

58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 628/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: Renault	Druh vozidla: NÁKLADNÍ
Typ vozidla: Megane	Kategorie vozidla: N1
Typ motoru : K9K D7	Registrační značka: 4M0 7213
Výrobní č. mot.:*)	Rok výroby(1.registrace) 2005
Stav počítáče ujeté vzdálenosti: 174100 km	Druh paliva: NM
Typ emisního systému: Řízený	

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min -1]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	750 - 850	810
Maximální	4900 - 5150	4920

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m -1]		1,50
Hodnota kouřivosti[m-1]	dovolená	2,00
	naměřená	0,37
Rozpětí hodnot kouřivosti čtýř po sobě jdoucích měření [m-1]	dovolená	0,25
	naměřená	0,19

Použitý kouřoměr (výrobce,typ) : Atal 605,Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje** Číslo osvědčení o ME: **EDC 336572**
Příští měření emisí v termínu **do 04.05.2013** Kontrolní nálepka **byla přidělena**
Měření emisí provedl **Lolek Karel** ,osvědčení ev. č. **BN A 1655**

Datum provedení měření emisí:**04.05.2011**

Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.

58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 659/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	Volvo	Druh vozidla:	NÁKLADNÍ
Typ vozidla:	XC 90	Kategorie vozidla:	N1
Typ motoru :	D5244T	Registrační značka:	2M3 7774
Výrobní č. mot. :*)		Rok výroby(1.registrace)	2005
Stav počítáče ujeté vzdálenosti:	294500 km	Druh paliva:	NM
Typ emisního systému:	Řízený		

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min -1]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	650 - 750	700
Maximální	4800 - 5100	4880

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítu) [m -1]		1,55
Hodnota kouřivosti[m-1]	dovolená	2,05
	naměřená	0,27
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m-1]	dovolená	0,25
	naměřená	0,14

Použitý kouřoměr (výrobce,typ) : Atal 605,Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 09.05.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDC336580**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **09.05.2011**

Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.

58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 664/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	Ford	Druh vozidla:	Nákladní
Typ vozidla:	Transit	Kategorie vozidla:	N1
Typ motoru :	ABFA	Registrační značka:	1M8 4710
Výrobní č. mot.:		Rok výroby(1.registrace) :	2003
Stav počítáče ujeté vzdálenosti:	393000 km	Druh paliva:	NM
Typ emisního systému:	Řízený		

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, vylukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min ⁻¹]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	750 - 850	800
Maximální	4770 - 5030	4880

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m ⁻¹]		1,32
Hodnota kouřivosti [m ⁻¹]	dovolená	1,82
	naměřená	0,25
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m ⁻¹]	dovolená	0,25
	naměřená	0,06

Použitý kouřoměr (výrobce, typ) : Atal 605, Atal

Naměřené hodnoty jsou přímými on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

na

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 10.05.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDB256088**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **10.05.2011**
Za správnost:

razítka

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla

Zpracováno programem firmy TEAS Zlín



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.
58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Losnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 719/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	MERCEDES BENZ	Druh vozidla:	Osobní
Typ vozidla:	VITO	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru :	611.980	Registrační značka:	3M0 9282
Výrobní č. mot. *)		Rok výroby(1.registrace)	2002
Stav počítadla ujeté vzdálenosti:	274100 km	Druh paliva:	NM
Typ emisního systému:	Řízený		

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min -1]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	700 - 800	750
Maximální	3900 - 4600	3920

Korigovaný součinitel absorpce (ze škálu) [m -1]		1,10
Hodnota kouřivosti[m-1]	dovolená	1,60
	naměřená	0,18
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m-1]	dovolená	0,25
	naměřená	0,05

Použitý kouřoměr (výrobce,typ) : Atal 605,Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:
ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 18.05.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDB 560204**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **18.05.2011**
Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla

Zpracováno programem firmy TEAS Zlín



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.

58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 765/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: FORD	Druh vozidla: NÁKLADNÍ
Typ vozidla: TRANSIT	Kategorie vozidla: N1
Typ motoru: DOFA	Registrační značka: BEZ
Výrobní č. mot.:*)	Rok výroby(1.registrace): 2004
Stav počítáče ujeté vzdálenosti: 132030 km	Druh paliva: NM
Typ emisního systému: Řízený	

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min ⁻¹]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	750 - 850	800
Maximální	4770 - 5030	4780

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítu) [m ⁻¹]		0,88
Hodnota kouřivosti[m ⁻¹]	dovolená	1,38
	naměřená	0,36
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m ⁻¹]	dovolená	0,25
	naměřená	0,08

Použitý kouřoměr (výrobce, typ): Atal 605, Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

ne

DOVOZ

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**

Příští měření emisí v termínu **do 26.05.2013**

Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDC 398913**

Kontrolní nálepka **nebyla přidělena**

,osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **26.05.2011**

Za správnost:

razítko:

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v IT³ Vozidla

Zpracováno programem firmy TEAS Zlín



Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.
58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 766/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	BMW	Druh vozidla:	Osobní
Typ vozidla:	530D	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru :	306 D1	Registrační značka:	BEZ
Výrobní č. mot.: *)		Rok výroby(1.registrace)	2001
Stav počítadla ujeté vzdálenosti:	145200 km	Druh paliva:	NM
Typ emisního systému:	Řízený		

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy)	Bez závad
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou	Bez závad

Otáčky [min. ⁻¹]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	650 - 850	750
Maximální	4600 - 4800	4710

Korigovaný součinitel absorpce (ze štitku) [m ⁻¹]		2,00
Hodnota kouřivosti [m ⁻¹]	dovolená	2,50
	naměřená	0,04
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m ⁻¹]	dovolená	0,25
	naměřená	0,07

Použitý kouřoměr (výrobce,typ) : Atal 605,Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

ne

DOVOZ BEZ RZ

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 26.05.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDC 398914**
Kontrolní nálepka **nebyla přidělena**
,osvědčení ev. č. **BNA 1655**

Datum provedení měření emisí: **26.05.2011**

Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla

Zpracováno programem firmy TEAS Zlín

Příloha č. 3

MINISTERSTVO DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY

OSVĚDČENÍ

**O ODBORNÉ ZPŮSOBILOSTI K MĚŘENÍ EMISÍ VOZIDEL
SE VZNĚTOVÝM MOTOREM**

Pan **Karel LOLEK** narozen **11.06.1976**

absolvoval v době od **08.03.2005** do **08.03.2005** základní kurz pro mechaniky stanic měření emisí v České republice a vykonal úspěšně závěrečnou zkoušku před zkušební komisí jmenovanou Ministerstvem dopravy a je odborně způsobilý k měření emisí vozidel se vznětovým motorem ve stanici měření emisí na území České republiky.

Číslo zkušebního protokolu : **5/2005/ZN/ÚSMD**

V Praze dne **08.03.2005**

 **Předseda zkušební komise**

(razítko, podpis)

BN A1655